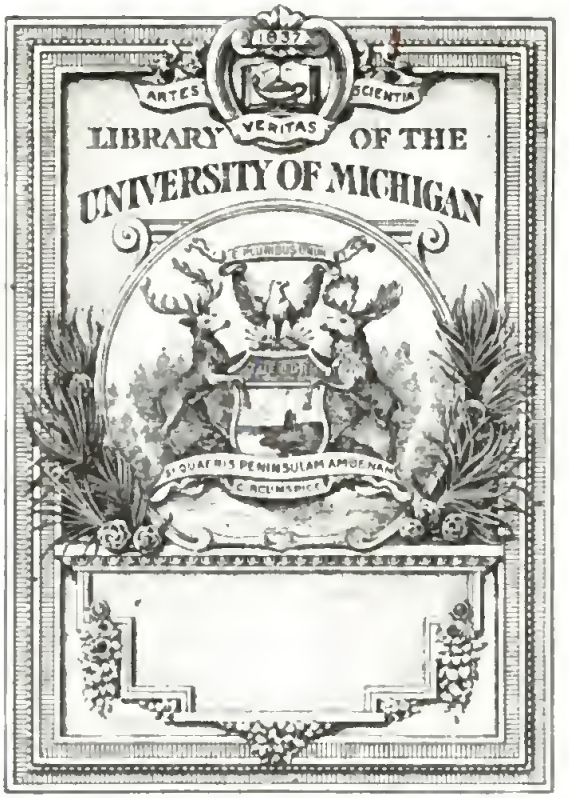
Alexander von Humboldt

Constantin Wittwer

Digitized by Google



Digitized by Google

Q
158
.H92

Digitized by Google

Alexander von Humboldt.

Digitized by Google

Alexander von Humboldt

Digitized by Google

26553

Alexander von Humboldt.

Sein wissenschaftliches Leben und Wirken

den Freunden der Naturwissenschaften dargestellt

von

W. C. Wittwer.

Mit Bildniß und Facsimile.

Leipzig,
L. O. Weigel.
1861.

Das Recht der Ueberſetzung in die engliſche und franzöſiſche Sprache iſt Seitens der Verlagshandlung vorbehalten.

Digitized by Google

Wenn der Mensch mit empfänglichem Gemüthe, in jugendlich vermessener Hoffnung, den Sinn der Natur zu errathen, Gottes erhabenes Reich forschend und ahndungsvoll durchwandert; so fühlt er sich angeregt in jeglicher Zone zu einem geistigen Genuss höherer Art: sei es dass er aufrichtet den Blick zu den ewigen Lichtern des Himmelsräume, oder dass er ihn niedersenkt auf das stille Treiben der Kräfte in den Zellen organischer Pflanzengewebe. Diese Eindrücke, eben weil sie so mächtig sind, wirken vereinzelt. Wird nun nach einem langen und vielbewegten Leben durch Alter und Abnahme physischer Kräfte Ruhe geboten; so vermehrt und bereichert den Gehalt des Eingesammelten die Aneinanderreihung der selbstgewonnenen Resultate, wie ihre mühevolle Vergleichung mit dem was frühere Forscher in ihren Schriften niedergelegt haben. Es bemächtigt sich der Geist des Stoffes und strebt die angehäufte Masse empirischer Erfahrung, wenigstens theilweise, einer Vernunfterkenntniss zu unterwerfen. Das nächste Ziel ist dann, in dem Naturganzen das Gesetzliche aufzufinden. Vor dem wissenschaftlichen Bemühen nach dem Verstehen der Natur schwinden allmälig, doch meist erst spät, die langgepflegten Träume symbolisirender Mythen.

Berlin, im Nov. 1856

Alexander v. Humboldt.

Vorrede.

Unter den vielen Männern, die seit der grauen Vorzeit sich die Erforschung der Naturerscheinungen zur Lebensaufgabe machten, hat, man darf dieses wohl sagen, keiner eine solche Anerkennung erfahren, als Alexander von Humboldt. Sein Name wird auf der alten Welt wie auf dem neuen Continente, auf der nördlichen Halbkugel wie auf der südlichen, soweit die Leuchte der Wissenschaft das Leben des Menschen erhellt, nur mit Verehrung ausgesprochen.

Der geistige Erfolg, den ein Gelehrter durch seine Thätigkeit erringt, ist je nach dem Gegenstande seines Strebens nicht immer von derselben Art; es ergibt sich ein Unterschied, je nachdem man den Eindruck untersucht, den seine Arbeiten bei dem sogenannten größeren Publicum, den Gebildeten aller Stände, oder bei den eigentlichen Fachgelehrten hervorbringen. Beide Arten von Anerkennung schließen sich zwar nicht aus, halten aber doch nicht immer gleichen Schritt. Man kann die Werke der Naturforscher in gewissem Sinne mit den Bildern einer Gemäldesammlung vergleichen, und wie es in dieser einzelne Kunstwerke gibt, welche, sei es wegen ihrer Anlage oder um des behandelten Gegenstandes willen, alsbald den Blick der besuchenden Laien auf sich ziehen, sind es wieder andere, welche nach ihrem vollen Werthe zu schätzen, nur dem praktischen Künstler gelingt. So finden sich auch unter den Arbeiten der Naturforscher solche, die dem Laien zunächst auffallen, während andere nur dem Gelehrten von Fach von Wichtigkeit sind. Von letzterer Art sind vorzugsweise jene Schriften, die nicht ein ganzes Fach in seinen Grundzügen behandeln, sondern irgend einen ganz speciellen Gegenstand besprechen, der nur dem ein Interesse gewährt, welcher den Zusammenhang des bearbeiteten Objectes mit dem großen Ganzen kennt.

Digitized by Google

Alexander von Humboldt war einer jener merkwürdigen Männer, denen es gegeben iſt, durch ihre Werke Laien und Fachmänner in Erſtaunen zu ſetzen, und dieſer Eigenſchaft, die er in ſo hohem Grade beſaß, hat er vorzugsweiſe ſeinen Ruhm zu danken. Hierzu kommt noch, daß der große Mann die verſchiedenſten Fächer der Naturwiſſenſchaften kannte, während andere Forſcher, wenn auch in dem einen Zweige Meiſter, in allen übrigen nur wenig bewandert ſind.

Wir ſind bereits in dem Beſitze der Biographieen vieler großer Krieger, Staatsmänner u. ſ. w., doch hat die Schilderung des Lebens und Wirkens eines Mannes der Wiſſenſchaft wohl eben ſo viel Berechtigung als die eines andern großen Mannes, und es möge mir daher verziehen werden, wenn ich unternommen habe, die Forſchungen Alexander von Humboldt's darzuſtellen.

Eine Lebensbeſchreibung Humboldt's kann, ſoll ſogar, wenn ſie Anſpruch auf Vollſtändigkeit machen will, außer auf ſeine wiſſenſchaftliche Thätigkeit auch auf ſeine perſönlichen Verhältniſſe, auf ſeine Stellung zum preußiſchen Hofe, zu den verſchiedenen Staatsmännern u. ſ. w. ausgedehnt werden. Soll dieſes geſchehen, ſo iſt es unbedingt nothwendig, daß der Verfaſſer ſelbſt mit dem Verſtorbenen in ſehr vertrauten Beziehungen geſtanden ſei, was bei mir nicht der Fall war, und noch dazu würde eine derartige, genaue Bearbeitung, da ſie nothwendigerweiſe mit Veröffentlichung von Humboldt'ſchen Briefen verknüpft wäre, gegen die der große Gelehrte ſich ſo entſchieden verwahrt hat, zu gleicher Zeit ein Act der Impietät ſein. Was unter Umgehung dieſer Klippe geſchehen konnte, findet ſich bereits in den Werken Kletke's, Ewald's u. ſ. w.

Wer in meinem Buche eine in dem vorſtehenden Sinne abgefaßte Biographie Humboldt's ſuchen ſollte, möge daſſelbe ganz ruhig aus der Hand legen, da er darin nichts von dem finden wird, was er zu wiſſen wünſcht. Ich werde mich einzig und allein an das halten, was Humboldt ſelbſt zu Nutz und Frommen der Wiſſenſchaft zu veröffentlichen für gut gefunden hat.

Hält man ſich, wie es im Nachſtehenden geſchehen ſoll, nur an das, was als gegeben in den Büchern zu finden iſt, ſo gewinnt bei der Biographie des Mannes irgend einer Wiſſenſchaft der jeweilige Zuſtand der letzteren die Rolle der Zeitumſtände in den Biographieen anderer großer Männer und die einzelnen Arbeiten werden zu hiſtoriſchen Begebenheiten.

Hat man es mit dem Manne eines einzigen Faches zu thun, ſo muß der jeweilige Zuſtand des letzteren für die verſchiedenen Lebensabſchnitte des Helden der Geſchichte feſtgeſtellt werden und die ganze Biographie läßt ſich

Digitized by Google

in einem ziemlich ununterbrochen fortlaufenden Faden fortführen. Schwieriger wird die Arbeit, wenn man mit mehreren bis zu einem gewissen Grade von einander unabhängigen Fächern zu thun hat. In diesem Falle muß ähnlich wie bei den Lehrbüchern der Weltgeschichte üblich ist, daß man die Ereignisse der einzelnen Völker stückweise gesondert betrachtet, hier die Geschichte der einzelnen Zweige für sich behandelt werden. Der eben geschilderte Fall ist der unsrige, und ich sehe mich daher genöthigt, die Besprechungen von Humboldt's Wirken in den einzelnen Abschnitten seines Lebens in zwei Theile zu sondern, wovon der erstere die Thätigkeit des berühmten Gelehrten im Allgemeinen, sowie seine Expeditionen umfassen soll, während der andere sich mit seinen Leistungen in den einzelnen Wissenschaftszweigen beschäftigen und seine Stellung zu denselben in gesonderten Kapiteln darstellen soll.

Eine andere, etwa chronologische Anordnung würde zu lästigen Wiederholungen führen; meine Eintheilung trennt mitunter nahe verwandte Gegenstände, macht überhaupt den Zusammenhang etwas zu locker. Um diese Mängel möglichst zu vermeiden, werde ich mir bisweilen kleine Abweichungen von der Theilung erlauben, denn ich habe mir nicht vorgenommen, über Humboldt's Werke ein Schema zu entwerfen, und werde am Schlusse durch einen allgemeinen Ueberblick die nöthige Verbindung herzustellen suchen.

Ich glaube übrigens kaum bemerken zu müssen, daß die Geschichte fast jedes der in den nachfolgenden Kapiteln dargestellten Gegenstände allein ein Buch ausfüllen würde, und daß Humboldt's Werke für sich eine kleine Bibliothek ausmachen; es ist mir daher unmöglich gewesen, sehr weit in's Detail einzugehen.

Zum Schluß möge mir noch gestattet sein, auf einen Punkt aufmerksam zu machen.

Humboldt hat außer vor einer Veröffentlichung seiner Briefe auch vor Wiederholung seiner Jugendarbeiten sich verwahrt. Es war mir nicht möglich, diese Schriften ganz zu umgehen; doch dürfte es wohl dem strengsten Kritiker schwer werden, mich einer Indiscretion zu beschuldigen. Was Humboldt vermieden zu wissen wünschte, war, wie man aus der Vorrede zu seinen kleineren Schriften leicht erkennen kann, eine wiederholte Herausgabe seiner Arbeiten, etwa so, wie man sie in den Gesammelten Werken verschiedener Schriftsteller findet, und er wünschte dieses darum nicht, weil sich seit dem Erscheinen der ersten Arbeiten der ganze Zustand der Naturwissenschaften geändert hat. Unmöglich kann Humboldt darunter verstanden haben, daß in einer etwaigen Darstellung der Ansichten jener Zeiten der seinigen gar nicht gedacht werde. Nur wenn seine Arbeiten gänzlich verfehlt gewesen

wären, hätte er wünſchen können, daß man den Schleier des Vergeſſens darüber breite, allein, wie die allgemeine Anerkennung, die ihm ſchon frühe zu Theil wurde, zeigt, war dieſes nicht der Fall. Allerdings würde ein Abdruck jener Arbeiten unter den jetzigen Umſtänden wenig Nutzen bieten: allein mein Buch iſt auch kein Abdruck, ich werde zwar, wo ich es nothwendig finde, Stellen aus Humboldt's Werken citiren — und wo findet man das nicht?

Es würde wohl ſchwer halten, bei einer nur etwas detaillirten Schilderung der Geſchichte der einzelnen Gegenſtände ſich bei den Anſichten und Arbeiten Humboldt's aus jener Zeit weniger aufzuhalten, als ich gethan habe, da ich mich nur auf das Nothwendigſte beſchränkte und lieber zu wenig als zu viel anführte. Verhältnißmäßig am meiſten findet ſich in dem Kapitel Lebenskraft von dem Rhodiſchen Genius wiedergegeben; allein daß Humboldt dieſen Aufſatz noch ſpäter anerkannte, beweiſt der Umſtand, daß er ihn noch im Jahre 1849 in den Anſichten der Natur abdrucken ließ.

München, den 1. Mai 1860.

W. C. Wittwer.

Inhaltsverzeichniß.

Einleitung. S. 1—2.

Erſter Abſchnitt.

Humboldt als Jüngling.

A. Seine Thätigkeit im Allgemeinen. S. 3–12.

Zuſammenhang der Naturwiſſenſchaften unter einander. Früheres Beſtreben der Naturphiloſophen den Zuſammenhang der Naturerſcheinungen durch Speculation zu ergründen. Humboldt's Standpunkt am Beginne ſeiner Laufbahn. Seine Arbeiten aus dem vorigen Jahrhundert. Allgemeiner Charakter derſelben.

B. Humboldt's Arbeiten über einzelne Gegenſtände.

Der Baſalt. S. 13—22.

Beſtimmung des Baſaltes durch Agricola. Aeltere Nachrichten über den Baſalt. Zweifel über die Identität des Baſaltes des Agricola mit dem des Plinius. Anſichten Humboldt's. Verſchiedene Theorien über die Entſtehung des Baſaltes. Agricola. Walch. Desmareſt. Theorie der Neptuniſten. Werner. Theorie der Vulcaniſten. Hutton. Humboldt ein Anhänger Werner's. Seine Theorie der Bildung der Sedimentgeſteine.

Die Reizbarkeit. S. 22—44.

Was iſt Reizbarkeit? Virgil ſchon kannte die Zuckungen an friſchem Fleiſche. Haller und ſeine Theorie. Girtanner. Brown. Humboldt's Nachweiſe der Reizbarkeit bei Pflanzen. Steigerung und Schwächung der Reizbarkeit. Entdeckung der Einwirkung des Chlors auf keimende Samen. Entdeckung des Galvanismus. Erklärung des Zuckens der Fröſche durch Galvani. Oppoſition Volta's. Humboldt's Arbeiten. Seine Verſuche an ſich ſelbſt. Chemiſche Theorie Humboldt's. Der Sauerſtoff als Lebensprincip. Entdeckung der Volta'ſchen Säule. Spätere Schickſale der chemiſchen Theorie des Galvanismus.

Digitized by Google

Die Lebenskraft. S. 44—51.

Unterſchied zwiſchen organiſchen und unorganiſchen Geſchöpfen. Ariſtoteles. Hales. Girtanner. Humboldt als Anhänger der Lebenskraft. Humboldt als Gegner derſelben. Seine Definition des Unterſchiedes zwiſchen belebten und unbelebten Weſen.

Die Ernährung und Reſpiration der Pflanzen. S. 52—58.

Aeltere Anſichten über die Pflanzenernährung. Der Van-Helmont'ſche Verſuch. Beobachtung der Pflanzenreſpiration durch Bonnet. Prieſtley's Entdeckung der gegenſeitigen Abhängigkeit der beiden Reiche organiſcher Geſchöpfe. Scheele's Oppoſition. Lavoiſier's Unterſuchung der atmoſphäriſchen Luft auf Kohlenſäure. Van Marum. Haſſenfratz. Humboldt's Anſichten. Sein Satz von der Abhängigkeit der Pflanzen von den mineraliſchen Beſtandtheilen des Bodens. Seine Verſuche mit Schwämmen. Seine Theorie der Excremente der Gewächſe. Gegenwärtige Theorie von dem Verhalten der Pflanzen zur Luft.

Die chemiſche Zuſammenſetzung der Luft. S. 58—69.

Atmoſphäriſche Luft. Die ariſtoteliſchen Elemente. Van Helmont's Gaſe. Frühere Beobachtung des Sauerſtoffs durch Mayow und Hales. Prieſtley's Arbeiten. Seine Zerlegung der atmoſphäriſchen Luft in dephlogiſtiſirte und phlogiſtiſirte Luft. Phlogiſton. Stahl's phlogiſtiſche Theorie. Antiphlogiſtiſche Theorie Lavoiſier's. Sauerſtoff. Stickſtoff. Kohlenſäure. Zuſammenſetzung der Luft nach der neuen Theorie. Humboldt. Seine Unterſuchungsmethoden. Anthrakometer. Dalton's Geſetz. Humboldt's Reſultate. Die Theorien über das Licht. Humboldt's Anſicht darüber.

Ueber die unterirdiſchen Gasarten und die Mittel ihren Nachtheil zu vermeiden. S. 69—75.

Die unterirdiſchen Höhlen und die in ihnen enthaltene Luft. Centralwärme. Humboldt's Anſicht davon. Matte und ſchlagende Wetter. Humboldt's Grubenlampen. Verhältniß derſelben zur Davyſchen.

Zweiter Abſchnitt.

Humboldt's Mannsjahre.

A. Seine Thätigkeit im Allgemeinen. S. 76—126.

Charakteriſtik der Thätigkeit Humboldt's in dieſem Abſchnitte. Seine verſchiedenen Reiſepläne. Abreiſe nach Amerika. Landung in Cumana. Humboldt's Schilderung eines tropiſchen Urwalds. Die Miſſionen. Llanos. Fahrt auf dem Apure. Fahrt auf dem Orinoco. Ober-, Mittel- und Unterlauf der Ströme. Die Oeinocofälle. Flußnamen, Flußgebiete, Waſſerſcheiden, Trageplätze. Die ſchwarzen Flüſſe des tropiſchen Amerika. Bifurcationen. Der Caſſiquiare.

Fahrt auf demſelben. Rückkehr nach Caracas. Reiſe nach Cuba. Reiſe nach Carthagena. Weitere Reiſen bis zur Rückkehr nach Europa. Das Quindiugebirge. Andar en carguero. Die Hochebene von Quito. Höhe und Geſtalt der Gipfel der Andes. Verzeichniß der Humboldt-Bonpland'ſchen Reiſewerke. Deren Inhalt im Allgemeinen. Humboldt's Vergleichung der Vereinigten Staaten mit den ſpaniſchen Kolonien in Amerika. Mexico. Humboldt's übrige Werke.

B. Humboldt's Arbeiten über einzelne Gegenſtände.

Die Meteorologie. S. 127—192.

Umfang und Unterabtheilungen derſelben.

1. Chemiſche Beſchaffenheit der Luft. S. 127—142.

Berthollet's Theorie der chemiſchen Verbindungen. Richter's und Dalton's Begründung der Stöchiometrie. Das Volta'ſche Eudiometer. Aufgaben, die ſich Humboldt und Gay-Luſſac bei ihren Unterſuchungen geſtellt haben. Ihre Reſultate. Miasmen. Abſorption von Luft durch Waſſer. Zuſammenſetzung der von Waſſer und Schnee abſorbirten Luft. Regnault's neuere Beſtimmungen.

2. Wärme. S. 142—168.

Frühere Verſuche, die Luftwärme auf theoretiſchem Wege zu beſtimmen. Halley. Mairan. Mayer. Lambert. Kirwan. Humboldt's Unterſuchung über die mittlere Wärme. Halley's magnetiſche Curven. Iſothermen. Continental-, Küſten- und Inſelklima. Gang der Temperatur im Laufe des Jahres. Vergleichung der ſüdlichen und der nördlichen Hemiſphäre rückſichtlich ihrer Temperatur. Humboldt's Forſchungen. Seine Unterſuchungen über die Wärme der Luft über dem Meere. Die Abnahme der Temperatur bei wachſender Meereshöhe. Humboldt's Aufzählung der Mittel, ſie zu finden. Seine Reſultate. Beſtimmung der Schneegränze. Bodentemperatur. Urſachen der Temperaturverſchiedenheiten auf der Erde.

3. Druck der Luft. S. 168—179.

Ariſtoteles. Simplicius. Horror vacui. Torricelli's Nachweis, daß die Luft ſchwer ſei. Barometer. Paskal. Das Mariotte'ſche Geſetz. Anwendung des Barometers zu Höhenmeſſungen. Periodiſche und nichtperiodiſche Schwankungen des Barometers. Correction des beobachteten Barometerſtandes. Tägliche Oscillationen des Barometers in verſchiedenen Breiten. Phyſiologiſche Erſcheinungen bei bedeutender Abnahme des Luftdruckes. Sauſſure. Humboldt. Gebrüder Webre.

4. Hydrometeore. S. 179—186.

Aeltere Anſichten über den Waſſergehalt der Luft. Sauſſure. Dalton. Unterſchied zwiſchen Dampf und Gas. Nebel. Wolke. Regen. Schnee. Hygrometer. Humboldt's Unterſuchungen über den Waſſergehalt der Luft. Seine Beſtimmung der Höhe der Wolken. Seine Darſtellung des Witterungswechſels innerhalb der Tropen. Calmenzone. Regenmenge an verſchiedenen Orten.

5. Optiſche Erſcheinungen. S. 186–192.

Die Farbe des Himmels. Sauſſure's Cyanometer. Humboldt's Beobachtungen. Phyſiologiſche Wirkungen des Sonnenlichts. Der Weg des Lichtes durch die Luft. Cleomedes, Entdecker der Strahlenbrechung. Alhazen. Verſchiedenheit der Stärke der Strahlenbrechung in den Aequatorialgegenden nach den Angaben Bouguer's und Le Gentil's. Humboldt's Reſultat. Einwirkung der chemiſchen Zuſammenſetzung der Atmoſphäre auf die Strahlenbrechung. Betrag der Strahlenbrechung.

Die Thiere. S. 192—213.

Die Arbeiten Humboldt's.

1. Die Phyſiologie der Thiere. S. 193—209.

Humboldt. Die elektriſchen Fiſche. Walſh. Hunter. Humboldt's Beſchreibung der Jagd auf die Zitteraale. Seine Unterſuchung der anatomiſchen Verhältniſſe dieſes Fiſches. Seine Beobachtungen von deſſen elektriſchen Wirkungen. Verſuche mit dem Zitterrochen. Analogie zwiſchen dem elektriſchen Organe der Fiſche und der Voltaſchen Säule. Faraday. Verſuche Humboldt's über die Reſpiration der Krokodile. Verſuche über die Reſpiration der Fiſche. Die Schwimmblaſe der Fiſche. Gay-Luſſac's Verſuche mit Vögeln, Säugethieren und an ſich ſelbſt.

2. Die Geographie der Thiere. S. 209—213.

Humboldt's Arbeiten. Illiger. Schmarda. Humboldt's Darſtellung der Thiervertheilung im tropiſchen Amerika. Vertheilung der Stechfliegen daſelbſt.

Die Pflanzen. S. 213—239.

Linné's Beſtimmung von Wohnort und Standort der Gewächſe. Giraud-Soulavie. Link. Humboldt's pflanzengeographiſche Notizen in den Mineralogiſchen Beobachtungen. Seine Definition der Pflanzengeographie in der Flora Fribergensis. Stromeyer. Humboldt's Definition der Pflanzengeographie in den Ideen zu einer Geographie der Gewächſe. Die Verbreitung der Pflanzen über die Erde im Allgemeinen und die einiger Formen im Beſondern. Wanderungen einzelner Gewächſe. Charakteriſtiſche Pflanzenformen. Unterſchied zwiſchen der Flora der Tropen und der der gemäßigten Zone. Aenderungen der Flora mit wachſender Meereshöhe. Botaniſche Arithmetik. Pflanzenzählung. Verhältniß der Arten einer beſtimmten Familie zu der geſammten Artenzahl der Flora. Vergleichung der Schneegränzenhöhe, Temperatur, Vegetationsgränzen u. ſ. w. in der Aequatorialzone, der gemäßigten und der kalten. Zuſammenhang zwiſchen Wärme und Pflanzenleben. Lebensbedingungen einiger Formen. Einwendungen gegen Humboldt's Arbeiten. Humboldt's Erwiderung. Aenderungen der Quotienten einzelner Familien unter verſchiedenen Himmelsſtrichen. Pflanzenreiche. Spätere Bearbeitungen der Pflanzengeographie. Humboldt's Verſuch, die Geſammtzahl der Pflanzenarten aus den entſprechenden Zahlen einzelner Familien zu beſtimmen.

Geſteine, Vulcane und Erdbeben. S. 239—256.

Structur der Geſteine. Anſichten der Neptuniſten und der Vulcaniſten. Neigung der Schichten. Entſtehung derſelben. Relatives Alter der Schichten. Formation. Fragen über Alter und Aufeinanderfolge der Schichten. Verſteinerungen. Kohlenbildung. Verſchiedenheit der organiſchen Formen in den einzelnen Schichten. Humboldt's Forſchungen. Sein Vorſchlag, die einzelnen Geſteine zu bezeichnen. Humboldt als Anhänger des Vulcanismus. Sieg der Vulcaniſten oder Plutoniſten über die Neptuniſten. Ausbildung ihrer Lehre. Der Vulcanismus iſt die Reaction des Innern der Erde auf deren Oberfläche. Humboldt's Arbeit über den Bau und die Wirkungsart der Vulcane in verſchiedenen Erdſtrichen. Großartiger Zuſammenhang der Vulcane und Erdbeben. Davy's Erklärung der vulcaniſchen Erſcheinungen.

Der Magnetismus. S. 256—268.

Kenntniß der Alten vom Magnetismus. Hanſteen und Humboldt über die Zeit, in welcher die Südnordrichtung der Magnetnadel in Europa zur Orientirung zuerſt benutzt wurde. Bei den Chineſen iſt die Anwendung der Magnetnadel ſchon ſehr alt. Columbus entdeckt eine Stelle ohne magnetiſche Abweichung. Aenderung dieſer Abweichung in Paris. Die Curve ohne Abweichung und ihre ſeculären Aenderungen. Halley's Iſogenen. Spätere Iſogenenkarten. Die tägliche Oscillation der Abweichungsnadel. G. Hartmann entdeckt die Inclination. Norman. Beſtimmung der magnetiſchen Pole durch Roß. Magnetiſcher Aequator. Neigungskarten. Die Erde ein Magnet. Auffindung der Aenderung der magnetiſchen Intenſität in den verſchiedenen Orten der Erdoberfläche. Humboldt's Antheil daran. Humboldt's und Biot's Arbeit über die Neigung der Magnetnadel. Hanſteen. Humboldt's Einheit der Intenſität des Erdmagnetismus. Iſodynamiſche Karten. Humboldt's Entdeckung der doppelten täglichen Oscillation der Declinationsnadel.

Die Geographie. S. 268—291.

Analogien in den Umriſſen der Feſtländer. Baco von Verulam. Reinhold Forſter. Buache. Buffon. Humboldt's urſprüngliche Anſichten. Entwicklung der geographiſchen Kenntniß des Innern von Südamerika vor Humboldt. Humboldt's Forſchungen. Relief von Südamerika. Gebirge von Süd- und Nordamerika. Humboldt's Vergleichung der Vertheilung der Gebirge in Amerika mit der in Europa. Amerikaniſche Flachländer und deren Verbindungen unter einander. Meeresſtrömungen. Die Humboldtſtrömung im großen Ocean. Die großen Waſſerſtraßen der Erde. Das Project eines Kanals zwiſchen dem mexicaniſchen Meerbuſen und dem großen Ocean. Humboldt's Vorſchlag eines Kanals ohne Schleuſen.

Der Menſch. S. 291—318.

Humboldt's Arbeiten.

1. Der Neger. S. 292—295.

Numeriſche Verhältniſſe der Schwarzen und der Weißen in Amerika. Humboldt ein Gegner der Sclaverei. Seine Vorſchläge zur Aufhebung derſelben.

2. Der Indianer. S. 295–318.

Körperbeſchaffenheit der rothen Race. Die Sprachen der Indianer. Verſchiedenheiten und Analogien derſelben. Ihr Bau. Die alten Mexicaner. Frühere Völkerwanderungen in Amerika. Alte Sagen der Azteken und deren Einfluß auf die Bekehrung der Eingeborenen zum Chriſtenthum. Civiliſationscentrum in Peru. Civiliſationscentrum auf der Hochebene von Bogota. Culturzuſtand der Bewohner der Niederungen. Vernichtung der aztekiſchen Documente. Entſtehung der Schreibkunſt. Hieroglyphen. Phonetiſche Zeichen. Quippus. Unterſchied der aztekiſchen Hieroglyphen und der ägyptiſchen. Die Merkmale der aztekiſchen Codices. Kalender der Azteken. Ihre Zeitalter. Kalender der Muyscas. Bauwerke der Azteken. Alte Ruinen in den Vereinigten Staaten. Humboldt's Anſicht über die Abſtammung der Azteken und über die Verbindung zwiſchen den Bewohnern der alten und der neuen Welt. Seine Anſicht über die Menſchenracen.

Dritter Abſchnitt.

Humboldt's vorgerückte Jahre.

A. Seine Thätigkeit im Allgemeinen. S. 318–338.

Charakteriſtik von Humboldt's Thätigkeit in dieſer Periode. Rückkehr von Paris nach Berlin. Einladung der ruſſiſchen Regierung zu einer Reiſe nach Sibirien. Reiſe dahin. Entdeckung der uraliſchen Diamanten. Humboldt's Erwiderung auf die Gerüchte, welche dieſe Entdeckung läugneten. Die Werke über die Reiſe. Deren Inhalt im Allgemeinen. Die übrigen Werke Humboldt's aus dem 3. Abſchnitte. Deren Inhalt im Allgemeinen. Der Kosmos.

B. Humboldts Arbeiten über einzelne Gegenſtände.

Die Meteorologie. S. 338–353.

Große Trockenheit der Luft in Innerafien. Aſien iſt unter gleichen Breiten kälter als Europa. Große Verſchiedenheit der Jahreszeiten in Aſien. Urſachen, welche die Temperatur eines Ortes erhöhen. Urſachen, welche ſie erniedrigen. Einfluß der Waſſerflächen auf die Temperatur des Landes. Continental-, Küſten- und Inſelklima. Vertheilung des Feſtlandes innerhalb der Tropen. Leitung und Strahlung der Wärme. Einfluß der Bodenbeſchaffenheit eines Ortes auf die Temperatur. Einwirkung der Höhen. Schneegränze. Tabelle der Schneegränzen. Wirkung der Strömungen von Luft und Waſſer. Unterſchied zwiſchen den Arbeiten Humboldt's über Meteorologie aus dem 2. Abſchnitte und denen aus dem dritten. Fortſchritte in der Beſtimmung des Ganges der Iſothermen.

Die Geographie. S. 353–370.

Verſchiedene Zugänglichkeit der Länder. Vergleichung der Zugänglichkeit von Inneramerika und Innerafien. Frühere Reiſen nach Aſien und Anſichten über deſſen Relief. Humboldt's Zweifel an einem über ganz Aſien ſich er-

ſtreckenden Hochlande. Seine Arbeiten über die Geographie von Aſien. Die Gebirgsſyſteme von Aſien und ihre anſehnlichſten Gipfel. Alte Handelswege. Die britiſchen und ruſſiſchen Beſtrebungen, die Kunde von Innerafien zu erweitern. Humboldt's Vergleichung des Reliefs von Aſien mit dem von Amerika. Laplace's Verſuch, die Höhe der Continente auf mathematiſchem Wege zu beſtimmen. Humboldt's Vergleichung der bisherigen Meſſungen mit dem Reſultate Laplace's. Die Erhebung der einzelnen Continente nach Humboldt. Verzeichniß einzelner Hochebenen. Tiefe der Oceane.

Geſchichte der Geographie. S. 370–386.

Das Zeitalter der größten Entdeckungen in der Geographie. Geſchichte der Entdeckung von Amerika. Humboldt's Anſicht über die Verdienſte des Columbus und der großen Seefahrer ſeiner Zeit. Charakter ſeines Werkes über die Entdeckungsgeſchichte von Amerika. Das Verhältniß des Columbus zu Vespucci. Die Entſtehung des Namens Amerika. Schuldloſigkeit des Vespucci hieran. Humboldt's Unterſuchungen und Reſultate über die alten Karten von Amerika. Hiſtoriſchgeographiſche Unterſuchungen Humboldt's über Aſien. Die Aenderungen im Relief der aralocaſpiſchen Niederung.

Geologie. S. 386–411.

Elie de Beaumont's Beſtimmung des Alters der Gebirge. Hebungsrichtungen in Europa. Anwendungen, die Humboldt von den Beaumont'ſchen Principien auf die Altersbeſtimmung des Urals und des aſiatiſchen Continents machte. Humboldt's Theorie des Vulcanismus. Erklärung der vulcaniſchen Erſcheinungen aus dem Eindringen von Waſſer in das heiße Innere. Bedenken gegen dieſelbe. Die Vulcane von Innerafien. Vulcaniſche Verhältniſſe der araloeaſpiſchen Niederung. Gasvulcane in China. Humboldt's Darſtellung des aſiatiſch-europäiſchen Erdbebengürtels. Seine Darſtellung des Vulcanismus im Kosmos. Erdbeben. Thermen. Gasvulcane. Eigentliche Vulcane. Ihre Anzahl und Vertheilung über die Erde. Neuere Einwendungen gegen den Plutonismus. Vordringen der neuneptuniſtiſchen Theorie.

Der Magnetismus. S. 411–419.

Humboldt's und Reich's gleichzeitige Beobachtungen der Magnetnadel. Entdeckung der Gleichartigkeit in der Bewegung zweier an verſchiedenen Orten befindlicher Nadeln. Die Iſodynamenkarten. Gauß, Entdeckung des abſoluten Maaßes des Erdmagnetismus. Abſolute Einheit und relative Einheit. Theorie der Abhängigkeit der Bewegung der Magnetnadel von der Wärme. Der magnetiſche Verein. Humboldt's Antheil an deſſen Reſultaten. Schwierigkeiten der Lehre vom Erdmagnetismus.

Die Zahlzeichen. S. 419–423.

Eintheilung der Zahlen in verſchiedene Gruppen. Verbindung der Zahlzeichen. Verbindung der Gruppenzeichen. Entſtehung der Bezeichnungsweiſe von Minuten, Secunden u. ſ. w. Das indiſche Poſitionsſyſtem. Entſtehung deſſelben. Einführung in Europa.

Schluß. 424 – 440.

Unterſchied der Arbeiten Humboldt's aus dem erſten Abſchnitte von denen der folgenden. Die phyſiſche Erdbeſchreibung, das eigentliche Fach Humboldt's. Aufgaben der Naturforſchung. Unterſchied der phyſiſchen Erdbeſchreibung von den übrigen Naturwiſſenſchaften und ihr Verhältniß zu d eſen. Der Kosmos. Die hiſtoriſchen Arbeiten Humboldt's. Humboldt als Vertreter der empiriſchen Naturforſchung. Humboldt und die Naturphileſophie. Humboldt und Schiller. Aufgabe der Mathematik in den Naturwiſſenſchaften. Materialismus. Humboldt als Materialiſt. Der Vorwurf, daß im Kosmos das Wort „Gott" nicht vorkomme. Humboldt's Entdeckungen.

Berichtigungen.

Seite 151, Zeile 4 v. u. oſten ſtatt weſten.
" 191, " 12 v. u. Conſtitution der Atmoſphäre ſtatt Conſtitution.
" 262, " 6 v. u. Ponoi ſtatt Ponvi.
" 277, " 11 v. u. Küſtenkette ſtatt Außenkette.

Digitized by Google

Einleitung.

Wie es in der Geschichte der Menschheit Ereignisse von solcher Bedeutung gibt, daß wir die darauf folgenden Begebenheiten zum großen Theile als deren Folge betrachten können, und sich daraus eine natürliche Eintheilung der Gesammtgeschichte ergibt, nach der wir eine größere oder kleinere Anzahl von Epochen erhalten, so finden wir dieses im Kleinen wiederholt in dem Leben des einzelnen Menschen.

In der wissenschaftlichen Thätigkeit Alexanders von Humboldt lassen sich drei verschiedene Abschnitte bestimmen.

Der erste Abschnitt beginnt mit der im Jahre 1790 erfolgten Eröffnung der literarischen Thätigkeit des großen Gelehrten. Von dieser Zeit an war er zuerst als Studirender in Freiberg, dann in rascher Aufeinanderfolge als Assessor bei dem Bergwerks- und Hüttendepartement in Berlin, hierauf als Oberbergmeister in Bayreuth (doch scheint er sich viel in Steben aufgehalten zu haben). Letztere Stelle bekleidete er nur bis 1795, in welchem Jahre er den Staatsdienst verließ, um sich einzig und allein seinem Lieblingsfache, dem Studium der Natur, widmen zu können. Die Jahre von 1795—1799 verbrachte er an verschiedenen Orten Deutschlands, das er nur verließ, um kleinere Reisen nach Frankreich und England zu machen.

Schon seit längerer Zeit hatte er beschlossen, eine größere Entdeckungsreise in noch undurchforschte Länder zu machen und hatte dabei bald diesen, bald jenen Theil der Erde in's Auge gefaßt; doch die unruhigen Zeiten, in welche seine Jugend fiel, zertrümmerten jedesmal den Reiseplan. Endlich erhielt er von dem Könige von Spanien die Erlaubniß, die damals noch der spanischen Krone unterworfenen Länder Süd- und Mittelamerika's bereisen zu dürfen. Von dieser Expedition kehrte er 1804 zurück.

Die Reise Humboldt's nach Amerika war nicht nur für dessen späteres Wirken, sondern für die gesammte Wissenschaft von so großer Bedeutung, daß wir sie füglich als den Beginn eines zweiten Abschnittes im Leben unsers Gelehrten betrachten können. Zu diesem zweiten Abschnitte rechnen wir auch die Zeit von 1804 — 1827, während welcher sich Humboldt vorzugsweise in Paris aufhielt, theils um die Welt mit den Früchten seiner Reise bekannt zu machen, theils um durch Wiederholung früherer Arbeiten oder durch Unternehmen von neuen die Wissenschaft zu fördern.

Den dritten Abschnitt beginnen wir mit der im Jahre 1827 erfolgten Uebersiedelung v. Humboldt's nach Berlin; wir können dieses um so mehr thun, als wie in den Beginn des zweiten Abschnittes eine Weltreise fällt, so auch von der ersten Zeit des dritten eine abermalige große Tour, die nach Sibirien, zu berichten ist. Zurückgekehrt aus Asien lebte der berühmte Naturforscher größtentheils zu Berlin, beschäftigt mit Veröffentlichung der Resultate seiner zweiten großen Reise, und als einer der größten Geister anerkannt, erregend und in allen Fächern der Naturwissenschaft anfeuernd. Seine letzte größere Arbeit war der Kosmos.

Der erste dieser drei Abschnitte reicht bis zum 30. Lebensjahre Humboldt's, der zweite bis nahe zum 60., der dritte zum nicht ganz vollendeten 90., und die Epochen lassen sich daher auch als die Zeit des Jünglings, des Mannes und der vorgerückten Jahre bezeichnen. Ich nehme Anstand, die letzte Periode die des Greisenalters zu nennen, da mit letzterem Namen gewöhnlich Begriffe von körperlicher und geistiger Hinfälligkeit verbunden sind, und ein Abnehmen der Geisteskräfte bei Humboldt sicherlich nicht eintrat.

Die Thätigkeit des großen Gelehrten, die jedem der drei Abschnitte entspricht, läßt eine zweifache Darstellung zu, je nachdem wir uns darauf beschränken, die Resultate derselben im Allgemeinen anzugeben, oder näher ins Detail eingehend untersuchen, in welcher Weise er in den einzelnen Gegenständen in den Gang der Wissenschaft eingriff.

Es soll daher im Nachstehenden auf eine allgemeine Uebersicht der Thätigkeit Humboldt's eine Besprechung der einzelnen Disciplinen folgen.

Erster Abschnitt.

Humboldt als Jüngling.

1790 — 1799.

A. Seine Thätigkeit im Allgemeinen.

Unter der Gesammtheit der Richtungen, nach denen der Forschungstrieb des Menschengeistes sich bewegt, spielt wohl die Untersuchung der Erscheinungen des uns umgebenden Alls, von dessen Dasein uns die Sinne Kunde bringen, die man allgemein mit dem Namen der Naturwissenschaften bezeichnet, eine hervorragende Rolle, und Gegenstände aus denselben sind es ausschließlich, welche Alexander v. Humboldt in den von ihm während des ersten Abschnittes seiner wissenschaftlichen Thätigkeit veröffentlichten Schriften bearbeitete.

Da die Naturwissenschaften auf die sinnliche Wahrnehmung gegründet sind, und es nicht möglich ist, daß eines Menschen Auge Alles beobachten kann, so hat eine lange Zeit dazu gehört, um dieselben auf den Standpunkt zu heben, auf dem wir sie jetzt sehen; aber die Stelle des Vorgängers nahm der Nachfolger ein, und indem er seine Erfahrungen denen des Lehrers hinzufügte, hat sich das ganze ursprünglich kleine Gebiet mehr und mehr ausgedehnt.

In den ersten Zeiten war es keine Seltenheit, daß ein Gelehrter nicht nur den ganzen von den Naturwissenschaften gebotenen Stoff beherrschen konnte, sondern auch Zeit fand, seine Aufmerksamkeit noch anderen Zweigen des menschlichen Wissens zu widmen; allein als der Reichthum an Thatsachen mehr und mehr zunahm, ergab sich die Nothwendigkeit, die Gesammtnaturlehre in eine Reihe von gesonderten Gebieten zu zerfällen, und da das Material fort und fort im Wachsen begriffen ist, muß auch wie der Stamm in Aeste, der Ast in Zweige sich theilt, die Parzellirung der Naturwissenschaften fortwährend wachsen.

Dieſe Eintheilung iſt zwar in der Natur ſelbſt durchaus nicht begründet, und der Umſtand, daß kein Gebiet von dem andern ſtreng getrennt iſt und alle ſo in einander übergehen, daß es gar nicht möglich iſt, ſich mit einem einzigen Fache ausſchließlich zu beſchäftigen, ohne von den andern Notiz zu nehmen, erinnert nur zu häufig an das Widernatürliche und Gezwungene der Trennung, dieſe findet aber ihre Rechtfertigung in der Unzulänglichkeit des menſchlichen Lebens und Geiſtes. Ein unausbleiblicher Nachtheil der Specialiſirung iſt der, daß über den Unterſuchungen des Antheils nur zu leicht der Ueberblick über die Geſammtheit verloren geht, woraus ſich die Nothwendigkeit ergibt, daß ein genialer Mann die Bruchſtücke von Zeit zu Zeit zuſammenfügt, und als ſolchen haben wir Alexander v. Humboldt zu bewundern.

Zwar hat es zu keiner Zeit an Verſuchen gefehlt, die Geſammtheit der Naturerſcheinungen von einem einzigen Standpunkte aus darzuſtellen, und wir ſind dadurch in den Beſitz einer erklecklichen Anzahl von naturphiloſophiſchen Syſtemen u. ſ. w. geſetzt, welche alle dem vorſtehenden Zwecke genügen ſollen. Aufmerkſame Betrachtung jedoch zeigt, daß alle dieſe aus der Vogelperſpective aufgenommenen Naturdarſtellungen von der Wirklichkeit weit abweichen, da die perſönlichen Anſchauungen der Verfaſſer in der Regel weit entfernt ſind, durch die wirklich aufgefundenen Thatſachen unterſtützt zu werden, denn es iſt viel leichter, eine ideale Welt aufzubauen, unbekümmert darum, ob ſie mit der wirklichen zuſammenſtimme, als das Gebäude mit Rückſicht auf die Erfahrung herzuſtellen. Was an derartigen Verſuchen in der Regel fehlt, iſt der Mangel an der Erfahrung ſelbſt, und erſt wenn dieſe ſich mit der Fähigkeit, das Ganze mit geiſtigem Auge zu überblicken und ſich nicht in's Detail zu verlieren, in einem Manne verbindet, können wir erwarten, einen ſoliden Bau erſtehen zu ſehen.

Solche Männer ſind keine alltägliche Erſcheinung, denn es gehört ein Zuſammenwirken verſchiedener günſtiger Umſtände dazu, um einen Menſchen auf dieſe hohe Stufe zu erheben. Unter dieſen Umſtänden iſt nicht der geringſte das Erreichen eines hohen Lebensalters, und in der That ſehen wir auch bei Humboldt, daß er erſt in ſeinen ſpäteren Jahren zu der Univerſalität gelangte. Nichts deſto weniger zeigen ſchon ſeine aus den erſten Jahren datirenden wiſſenſchaftlichen Arbeiten, was von ihm zu erwarten ſei, und wir finden darum bei ihm eine Zahl von Gegenſtänden bearbeitet, wie es nicht leicht bei einem Manne von ſeinen Jahren wahrgenommen wird.

Der Eifer, mit dem man ſich dem Studium der einzelnen Gegenſtände der verſchiedenen Naturwiſſenſchaftszweige widmet, iſt nicht immer derſelbe,

ſo daß man bei manchen ſagen möchte, ſie ſeien einer Art Mode unterworfen worden, wenigſtens kommt es ſehr häufig vor, daß ein einzelner Gegenſtand für einige Zeit das Intereſſe einer große Zahl von Fachmännern in einer Weiſe auf ſich zieht, daß die übrigen Punkte gegen ihn faſt als vernachläſſigt erſcheinen, um dann einem andern bevorzugten Stoffe Platz zu machen. Im gewöhnlichen Falle geht die Beobachtung einer bisher unbekannten Erſcheinung oder eines bisher ungeahnten Zuſammenhanges bekannter Thatſachen, eine Entdeckung voraus. Wird der Verſuch, welcher das Eintreten der Erſcheinung bedingt, unter verſchiedenen Modificationen wiederholt, ſo ändert ſich im Allgemeinen auch das Reſultat, und je größer die Anzahl der Erſcheinungen iſt, die man aus dem Fundamentalverſuche durch Abänderung der Vorausſetzungen ableiten kann, oder die durch ihn in ihrem Zuſammenhange erkannt werden, als um ſo wichtiger gilt die Entdeckung, um ſo mehr wendet ſich ihr die allgemeine Aufmerkſamkeit zu, denn wenn auch nicht alle künſtlich hervorgerufenen Modificationen des Verſuchs in der Natur vorkommen, ſo läßt ſich doch ſchließen, daß einer großen Mannichfaltigkeit der erſtern Erſcheinungen eine größere Anzahl natürlicher entſpreche. Hat man einmal den Zuſammenhang einer Reihe von Thatſachen erkannt, ſo folgt alsbald der Verſuch, einen Ausgangspunkt zu ſuchen, von dem aus alle zuſammengehörenden Erſcheinungen abgeleitet d. i. erklärt werden können, eine Theorie aufzuſtellen.

Bei bedeutenderen Thatſachen iſt es, wenn auch nicht immer, ſo doch faſt regelmäßig der Fall, daß die aufgeſtellte Theorie ſich der allſeitigen Beiſtimmung wenigſtens nicht auf die Dauer erfreut. Sehr häufig folgt einer faſt allgemeinen Anerkennung eine ebenſo heftige Reaction (oder auch auf eine Mißachtung eine übertriebene Anerkennung). Jede herrſchende Theorie macht Uebergriffe und darauf folgt, daß ſie ihr uſurpirtes Gebiet wieder verliert und geſtützt auf neue Thatſachen die Gegenpartei wieder Vortheile erringt. Es wird ſich im Folgenden öfters Gelegenheit bieten, ſolche Fälle vorzuführen.

So ſchwankt die herrſchende Anſicht wie ein Pendel öfters hin und her, doch immer weniger entfernt ſie ſich von einem gewiſſen Ruhepunkte, an dem angelangt ſie eine neue Provinz der Wiſſenſchaft ausmacht und endlich kommt ein neuer Gegenſtand, der die allgemeine Aufmerkſamkeit feſſelt, oder es ſtellt ſich auch mit der Zeit heraus, daß die gemachte Entdeckung den auf ſie gegründeten Erörterungen nicht entſpricht und ſie wird verlaſſen, um vielleicht ſpäter, wenn neue Thatſachen bekannt geworden ſind, wieder in Angriff genommen zu werden.

Hieraus ergibt ſich, daß die Aufgabe der Naturforſcher eine zweifache iſt, indem ſie theils die durch fortgeſetzte Beobachtung zu erlangende Herbeiſchaffung von Material verlangt, mit deſſen Hülfe erſt der zweite Theil, die Ergründung von Geſetzen, d. i. von Normen, mit deren Hülfe ſich eine größere Reihe von Erſcheinungen, die eine aus der andern, ableiten läßt, in Angriff genommen werden kann. Hiemit iſt der theoretiſchen Wiſſenſchaft Genüge geleiſtet und es bleibt dem Praktiker überlaſſen, zu Nutz und Frommen der Menſchheit von den Eroberungen der Theorie ſo viele Anwendungen zu machen, als möglich iſt.

Fragen wir nach dem Standpunkte, den Humboldt in der erſten Zeit ſeiner literariſchen Thätigkeit eingenommen, ſo finden wir, daß dieſe erſte Periode zwar nicht ausſchließlich, doch vorzugsweiſe der Beobachtung gewidmet war: er war zunächſt beſtrebt, Material herbeizuſchaffen, Material, dazu beſtimmt, zur Aufklärung der damaligen Streitfragen zu dienen; doch war er, wie z. B. ſeine Grubenlampe zeigt, auch darauf bedacht, ſeine Entdeckungen zugleich nutzbar zu machen.

Seine erſte ſelbſtändige Schrift veröffentlichte Humboldt als zwanzigjähriger Jüngling, jedoch ohne ihr ſeinen Namen beizuſetzen. Sie führt den Titel:

Mineralogiſche Beobachtungen über einige Baſalte am Rhein mit vorangeſchickten, zerſtreuten Bemerkungen über den Baſalt der älteren und neueren Schriftſteller. Braunſchw. 1790.

Das Werkchen iſt die Frucht einer Reiſe, welche Humboldt mit Georg Forſter, dem Begleiter Cook's auf ſeiner zweiten Weltreiſe, an den Rhein machte.

Unter den Geologen der damaligen Zeit hatte ſich ein bis an's Leidenſchaftliche ſtreifender Streit darüber entſponnen, ob die Erde früher eine feuerflüſſige Maſſe geweſen ſei und ſpäter erſtarrte, oder ob ſie ehemals ein Durcheinander von feſter und flüſſiger Subſtanz war, aus dem ſich erſt in der Folge die beiden Theile abſonderten. Ein vorzügliches Streitobject war der Baſalt, denn jede Partei beanſpruchte ihn nicht nur für ſich, ſondern gründete ſogar in gewiſſem Grade ihre Exiſtenz darauf. Da nun Alles darauf ankam, durch Beobachtung des Thatbeſtandes den Streit zur Entſcheidung zu bringen, wurden die Baſaltbildungen allenthalben eifrigſt unterſucht. Schon vor Humboldt hatte de Luc die rheiniſchen Baſalte bereiſt und war zu dem Schluſſe gekommen, daß dieſelben vulkaniſchen Urſprungs ſeien. Humboldt ſpricht ſeine Anſicht nicht direct aus, er hält ſich ſtreng an die Beſchreibung des von ihm gefundenen Thatbeſtandes, doch läßt ſich leicht

bemerken, daß er de Luc's Anſichten nicht theilte und der Erklärung der Entſtehung des Baſaltes aus dem Waſſer beiſtimmte. Er hat zwar den Streit durch ſeine Erſtlingsarbeit nicht entſchieden, aber ſeine ſpäteren Schriften waren für die Entwickelung unſerer Kenntniß über die Geſchichte der Erdbildung von ſo hoher Bedeutung, daß es wohl ſeine Entſchuldigung finden dürfte, in einem geſonderten Kapitel auf den Baſalt und die darüber geführten Streitigkeiten zurückzukommen und Humboldt's Standpunkt näher zu erörtern.

Auf die „Mineralogiſchen Beobachtungen" folgten:

Florae Fribergensis specimen plantas cryptogamicas praesertim subterraneas exhibens. Accedunt Aphorismi ex doctrina physiologiae chemicae plantarum.[1] Berolini 1793.

Verſuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaſer nebſt Vermuthungen über den chemiſchen Proceß des Lebens in der Thier- und Pflanzenwelt. 2. Bd. Poſen und Berlin 1797 und 1799.

Die erſte dieſer beiden Schriften behandelt Gegenſtände von zwei verſchiedenen Zweigen der Lehre von den Pflanzen, der ſyſtematiſchen Botanik nämlich und der Pflanzenphyſiologie.

Bereits oben habe ich angedeutet, daß die einzelnen Theile der Natur wieder zerfällt werden; bei der Botanik kommen wir auf einen ſolchen Fall.

Die Unterſuchung der Pflanzenwelt kann ſich darauf beſchränken, einfach die Thatſache zu conſtatiren, daß dieſe oder jene Form exiſtirt und kann gewiſſermaßen protokollariſch eine Beſchreibung der gegebenen Pflanze aufnehmen. Wir haben alſo hier reine Beobachtung, vermittelſt deren wir nach und nach von dem Vorhandenſein einer größeren Menge von Gewächſen ſowie (mit Hülfe der Beſchreibung) von deren Ausſehen erhalten. Je größer die Menge wird, um ſo größer wird das Bedürfniß ſein, die Beſchreibungen in einer Art und Weiſe anzuordnen, daß nicht nur jede Form ohne viele Mühe gefunden, ſondern auch kein Zweifel darüber beſtehen kann, wo allenfallſig aufzufindende neue Geſtalten untergebracht werden ſollen.

Das Nächſte wird bei Löſung der Aufgabe ſein, daß man diejenigen Formen, die unter einander eine größere Aehnlichkeit haben, von den mehr verſchiedenen trennt, und das Reſultat wird eine größere oder kleinere Anzahl von Gruppen ſein, welche die verwandten Formen umſchließen, und je nachdem man die Begriffe deſſen, was zuſammen gehören ſoll, mehr oder weniger

1) Die Aphorismen wurden von Gotthelf Fiſcher ins Deutſche überſetzt und mit Zuſätzen von Hedwig nebſt einer Vorrede von Ludwig (Leipzig 1794) herausgegeben.

weit ausdehnt, wird man von den kleineren zu den größeren Gruppen übergehen und Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen und Klaſſen bekommen. Wären die einzelnen Formen und Formengruppen ſtrenge von einander getrennt, ſo würde es nicht ſchwer halten, eine der Natur entſprechende Eintheilung zu machen; da aber die Natur nirgends einen Sprung macht, und alle Geſtalten unvermerkt in einander übergehen, ſo daß jede Pflanzenart mit zwei oder mehreren andern unter ſich ganz verſchiedenen Aehnlichkeiten beſitzt, ſo hat die Aufſtellung einer ſolchen Norm ſehr viele Schwierigkeiten, und wir begegnen in der Geſchichte der Botanik des 16. und 17. Jahrhunderts ſo manchem verunglückten Verſuche, eine paſſende Norm feſtzuſetzen. Den glücklichſten Erfolg hatte Karl Linné mit ſeinem 1734 aufgeſtellten Syſteme, nach welchem je nach der Zahl und Anheftung der Staubfäden das ganze Pflanzenreich in 24 Klaſſen getheilt wird. Das Linnéſche Syſtem richtet ſich in der Klaſſenbeſtimmung einzig nach den Staubfäden, und es konnte daher nicht fehlen, daß einzelne in ihrem ſonſtigen Verhalten nahe verwandte Gewächſe in verſchiedenen Klaſſen ſtehen. Dieſem und allen derartigen ſogenannten künſtlichen Syſtemen ſtehen die natürlichen gegenüber, welche zum Zwecke haben, den ganzen Pflanzenſchatz nicht nach einem einzigen Merkmale in künſtliche Abtheilungen zu bringen, ſondern durch gleichmäßiges Auffaſſen aller Kennzeichen immer die unter ſich am meiſten verwandten Gewächſe in Familien oder Gruppen zuſammenzufaſſen und dieſe ſodann erſt weitern allgemeinen Eintheilungsgründen zu unterwerfen. Zwar hat ſchon Ray am Anfange des vorigen Jahrhunderts eine ſolche Eintheilung verſucht, doch brachte ſie eigentlich erſt Juſſieu zu größerer Geltung. Juſſieu theilt das ganze Pflanzenreich in 3 Klaſſen, Dicotyledonen, Monocotyledonen und Acotyledonen, oder Pflanzen mit zwei, einem oder gar keinem Keimlappen.[1] Die Beſchaffenheit des Samens hat nämlich auf den ganzen Bau der daraus hervorkommenden Pflanze einen ſehr bedeutenden Einfluß. So hat keine bei uns wachſende Monocotyledone einen Zweig, der ſelbſtändig mit Blättern und Blüthen verſehen wäre, oder deutlich geſchiedenen Holz- und Rindenkörper, und die Stämme fangen erſt dann an in die Höhe zu gehen, wenn ſie nahezu oder ganz ihre volle Dicke erreicht haben, während die Dicotyledonen gleichzeitig in Länge und Dicke wachſen. Keine Acotyledone hat eine

1) Keimlappen ſind die zwei Körper, in welche die Bohne, der Apfelkern u. ſ. w. ſich theilen laſſen; unſere Getreidearten, die Zwiebelgewächſe u. ſ. w. haben nur einen einzigen Keimlappen, ſind alſo Monocotyledonen; die die Stelle der Samen vertretenden Organe (Keimkörner) der Pilze, Schachtelhalme u. ſ. w. haben keine Keimlappen.

Blüthe, und letztere gehören darum auch zu der 24. Klasse Linné's, den Kryptogamen oder verborgen blühenden Gewächsen, die zugleich auf der untersten Stufe der Entwickelung stehen.

Jussieu theilte das ganze Gewächsreich außerdem in 100 Familien oder Pflanzengruppen, z. B. Ranunculaceen, Lippenblüthige oder Labiaten, Palmen, Gräser, Farrenkräuter u. s. w.

Die natürliche Eintheilung ist der vielen Uebergänge wegen keine so feste und sichere, als die künstliche Linné's, und darum, sowie auch aus dem Grunde, daß Jussieu nicht alle Pflanzenformen kannte, sind noch manche Aenderungen in seinem Systeme gemacht worden, die vorzugsweise auf eine Vermehrung der Familienzahl hinausliefen.

Beschäftigen wir uns damit, die einzelnen Pflanzen aufzusuchen, zu beschreiben und sie dann in das durch eines der vorerwähnten Systeme angewiesene Fach einzureihen, so treiben wir einen Zweig der Pflanzenlehre, die systematische Botanik.

Die systematische Botanik ist vorzugsweise dasjenige Gebiet, in dem die Botaniker des vorigen Jahrhunderts sich bewegten. Man liebte es, die Pflanzen dieses oder jenes Gebietes zu beschreiben und gelangte so in den Besitz einer größeren Anzahl von Floren.

Diesem Geiste seiner Zeit huldigend, verfaßte auch Humboldt eine Flora, das Verzeichniß der um Freiberg wachsenden Kryptogamen, welches den ersten Theil der ersten der beiden obengenannten Schriften bildet und in welcher er 258 Arten dieser Gewächse beschreibt, unter denen mehrere früher nicht beobachtete sich befinden.

Es bedarf wohl wenig Nachdenkens, um zu finden, daß mit der systematischen Botanik nicht allen Ansprüchen Genüge geleistet ist, welche die Wissenschaft stellt, und es muß sich hier zunächst um die Gesetze handeln, nach denen die einzelnen Pflanzenformen über die Erde vertheilt sind. Auf die Beschreibung der einzelnen Floren muß die Untersuchung der Art und Weise folgen, wie sich diese Floren zu einander verhalten, und die Aufsuchung dieser Gesetze beschäftigt die Pflanzengeographie. Dieser neue Zweig setzt offenbar die systematische Botanik voraus, und da man im vorigen Jahrhundert zunächst mit der Ausbildung der letzteren zu thun hatte, mußte die Pflanzengeographie vernachlässigt werden, weswegen nur die Rudimente derselben aus jener Zeit stammen. Man kann wohl sagen, daß die Pflanzengeographie eine Schöpfung Alexanders v. Humboldt sei, und deshalb muß ich mir vorbehalten, in der zweiten Abtheilung hierauf zurückzukommen. Noch einen Schritt weiter als die Pflanzengeographie geht die Geschichte

der Pflanzenwelt, welche die Vertheilung der Gewächſe in den verſchiedenen Zeiten darſtellt; auch dieſe iſt das Werk des 19. Jahrhunderts, auch bei ihr begegnen wir unter den Erſten Humboldt.

Während die vorſtehenden Zweige der Botanik faſt ausſchließlich auf der Außenſeite der Pflanzen bleiben, bewegt ſich die Pflanzenanatomie mehr im Innern der Gewächſe, indem ſie die verſchiedenen Gebilde unterſucht, aus denen die Pflanzen zuſammengeſetzt ſind. Im vorigen Jahrhundert ziemlich vernachläſſigt, wird die Anatomie der Pflanzen mit Hülfe der Mikroſkope jetzt faſt ebenſo gepflegt, wie früher die ſyſtematiſche Botanik, die gegenwärtig weniger bearbeitet wird.

Wie man verſchiedene Floren in Beziehung auf die ſie zuſammenſetzenden Gewächſe unter einander vergleichen kann, und wie die ſo gefundenen Geſetzmäßigkeiten auf die Pflanzengeographie führen, ſo kann man auch die einzelnen Organe an den verſchiedenen Gewächſen verfolgen, kann unterſuchen, in welchen Beziehungen Zellen und Gefäße bei der einen Pflanze im Vergleiche mit einer andern ſtehen, in welcher Weiſe ſich die chemiſchen Beſtandtheile verhalten u. ſ. w., und erhält ſo die vergleichende Anatomie der Pflanzen. Wenn man endlich den Zuſtand eines Gewächſes oder ſeiner einzelnen Organe als mit der Zeit veränderlich betrachtet, ſo kommt man auf die Vorgänge, die in dem Pflanzenkörper ſtattfinden, was auf die Pflanzenphyſiologie führt, die man in gewiſſem wenn auch beſchränktem Grade als ein Analogon zur Pflanzengeſchichte betrachten kann.

Sowohl die vergleichende Anatomie der Pflanzen, als auch die Phyſiologie derſelben hängen in ihren Fortſchritten großentheils von denen der Anatomie, ſowie auch von den Hülfswiſſenſchaften namentlich der Chemie ab, und wir werden daher ihren Hauptzuwachs unter den Arbeiten dieſes Jahrhunderts ſuchen müſſen; allein man beſtrebte ſich ſchon ſeit langer Zeit, die Kenntniſſe, die man ſich in letzterem Zweige erworben hatte, auf die beiden erſteren anzuwenden, und daher kommt es, daß ihre Anfänge ſchon in ſehr lange vergangene Zeiten zurückzuführen ſind.

In gleicher Weiſe wie die Botanik läßt ſich auch die Zoologie, oder die Lehre von den Thieren in beſondere Zweige ſondern.

Da die Pflanzen ſowohl als auch die Thiere unter die ſogenannten organiſirten Körper gehören, muß es wieder zwiſchen beiden Reihen eine Menge von Berührungs- und Vergleichungspunkten geben, deren Studium natürlicher Weiſe von dem Stande der beiden zu Grunde liegenden Wiſſenſchaften abhängen muß. Schon Ariſtoteles hat derartige Vergleichungen angeſtellt und iſt zu dem Reſultate gekommen, daß die Pflanzen als niedrig organiſirte

Thiere anzuſehen ſeien. Wie die Ariſtoteliſchen Lehren im Allgemeinen ſich lange Zeit erhielten, ſo war es auch mit dem vorſtehenden Satze im Beſondern, daß man bis in faſt neue Zeit kaum wagte, an ſeiner Richtigkeit zu zweifeln. In Folge davon war man beſtrebt, den bei den Thieren aufgefundenen Organen analog wirkende Theile in den Pflanzen aufzuſuchen. So glaubte der Jeſuit Sarrabat de la Baiſſe (in ſeiner Dissertation sur la circulation de la sève des plantes. Bordeaux 1733) nicht nur Herz und Lungen, ſondern auch Gedärme und Magen in den Pflanzen nachweiſen zu können.

In den Aphorismen, welche den zweiten Abſchnitt des vorerwähnten botaniſchen Werkes Humboldt's bilden, ſcheint dem Verfaſſer das Bild einer vergleichenden Anatomie für Thiere und Pflanzen vorgeſchwebt zu haben, und wir ſehen darum, wie weiter unten gezeigt werden ſoll, die Analogien zwiſchen Knochen und Holz, Blut und Pflanzenſaft beſprochen. Strenge genommen gehören jedoch die „Aphorismen" zur Pflanzenphyſiologie, wie auch die „Verſuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaſer" zur Phyſiologie der Thiere. Beſchränkt man ſich auf die Grundgedanken beider Werke, ſo ergibt ſich, daß ſich die Fundamente auf 3, die Reizbarkeit, die Lebenskraft und die Ernährung und Reſpiration der Pflanzen reduciren laſſen, und dieſe ſollen in geſonderten Kapiteln beſprochen werden.

Humboldt hat ſich übrigens nicht auf die vorerwähnten drei ſelbſtändigen Werke beſchränkt; er hat außerdem noch eine große Menge kleinerer Abhandlungen geſchrieben, und faſt gibt es keine deutſche oder franzöſiſche gelehrte Zeitſchrift aus dem letzten Decennium des vorigen Jahrhunderts, die nicht eine Reihe von Humboldtſchen Artikeln enthielte. Viele dieſer Abhandlungen ſind aus der einen Zeitſchrift in die andere übergegangen, ſo daß man ſie manchfach wiederholt finden kann. Darum iſt es keine leichte Sache, die ſo zerſtreuten Arbeiten zu ſammeln, doch hat glücklicherweiſe Humboldt dieſes vor ſeiner Abreiſe ſelbſt gethan und zwei ſolcher Sammlungen ſelbſtändig veröffentlicht.

Dieſe Sammlungen ſind:

Verſuche über die Zerlegung des Luftkreiſes und über einige andere Gegenſtände der Naturlehre. Braunſchweig 1799.

Ueber die unterirdiſchen Gasarten und die Mittel, ihren Nachtheil zu vermeiden. Ein Beitrag zur Phyſik der praktiſchen Bergbaukunde.[1]

1) Nach der Abreiſe Alexanders von Wilhelm v. Humboldt herausgegeben.

. Jedes der beiden Werke ſoll der Gegenſtand eines geſonderten Kapitels werden.

Die zwei Sammlungen ſind nicht vollſtändig, es fehlt die erſte Arbeit, welche Humboldt (wie die „Mineralogiſchen Beobachtungen“ anonym) veröffentlichte; ſie führt den Titel:

Abhandlung vom Waſſer im Baſalte

und findet ſich in Crell, Chem. Annalen 1790, I. 414. Außerdem iſt noch ein Aufſatz über die Lebenskraft vorhanden, der unter dem Titel: „Die Lebenskraft oder der Rhodiſche Genius“ zuerſt im 2. Bande der von Schiller herausgegebenen Horen veröffentlicht, aber in den ſpäter von Humboldt ſelbſt publicirten Anſichten der Natur abgedruckt iſt, und ſeine Stelle in dem Kapitel über die Lebenskraft finden ſoll. Einige andere Aufſätze ſind in den Verſuchen über die gereizte Muskel- und Nervenfaſer wiederholt. Einen Bericht über die Auffindung eines magnetiſchen Serpentinfelſens und darauf bezügliche kleinere Artikel in Gren, „Neues Journal der Phyſik“ möge mir geſtattet ſein, auf die zweite Abtheilung zu verſchieben. Ein paar kleinere Aufſätze, wie z. B. Verſuche über einige phyſikaliſche und chemiſche Grundſätze der Salzwerkskunde (Bergmänn. Journal 1792, S. 1), die für die Jetztzeit wenig Intereſſe mehr bieten, will ich übergehen, ſowie auch einen kleinen Streit mit Witte, deſſen Anſichten in dem Kapitel Baſalt erwähnt werden ſollen, und mit Beroldingen, welcher ſich darüber aufhielt, daß Humboldt in den mineralogiſchen Beobachtungen ſeiner Theorie, daß das Queckſilber in einigen pfälziſchen Bergwerken durch das unterirdiſche Feuer in die Höhe getrieben worden ſei, nicht beiſtimmte, und daß er Beroldingen's Anſicht über den Baſalt falſch aufgefaßt habe, welche Streitigkeiten Humboldt veranlaßten, ſich als den Verfaſſer der Schrift, ſowie der Abhandlung vom Waſſer im Baſalte zu nennen.

B. Humboldt's Arbeiten über einzelne Gegenstände.

Der Basalt.

Unter allen Gebilden, welche das Mineralreich hervorgebracht hat, seien sie einfache oder zusammengesetzte, ist nicht eines, über welches unter den Fachmännern ein so lebhafter Streit geführt worden wäre, als über den Basalt. Die Fehde begann um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts und war im letzten Decennium des vorigen Jahrhunderts, als Humboldt seine literarische Thätigkeit eröffnete, in der schönsten Blüthe. Sie drehte sich um zweierlei Punkte, um die Frage, ob der Basalt der neueren Zeit dasselbe Gestein sei, das auch die Alten darunter verstanden, und um die Frage, welcher Weise der Basalt seine Entstehung zu verdanken habe.

Die sämmtlichen Naturwissenschaften wurden bekanntlich im Mittelalter auf's Aeußerste vernachlässigt und mußten daher erst in den letzten drei Jahrhunderten durch einzelne große Männer zum Theil wieder belebt, zum Theil auch wirklich erst ins Leben gerufen werden. Der Mineralogie leistete diesen Dienst und ist daher als ihr Stammvater zu betrachten Georg Agricola (Baur), der als Arzt zu Joachimsthal in Sachsen lebend 1546 die erste Mineralogie unter dem Titel: De natura fossilium schrieb, und darin den Basalt als eine bestimmte Gesteinart anführte. Er fand bei Plinius das Wort Basaltes als Benennung eines Steines und die Angaben des Römers, daß der Basaltes schwarz und sehr hart sei, schienen ihm mit den Eigenschaften des Gesteines zusammen zu stimmen, auf dem das Schloß Stolpen in Sachsen erbaut ist, weshalb er diesem auch den Namen Basalt gab, der noch heutzutage für alle Gebirgsarten gilt, welche die wesentlichen Eigenschaften des Stolpener Gesteines theilen. Agricola bespricht die Härte und Schwärze sowie den Fundort des Steines und sagt von ihm, daß die Natur ihn zuweilen in Säulen theile, die bald rundlich bald mehrseitig seien.

Die Seitenzahl der Säulen schwankt zwischen 7 und 4, meistens sind Quertheilungen der einzelnen Säulen vorhanden, bisweilen zeigen die Stücke Kugelform. Als ausgezeichnete Beispiele dieser Bildung kennt man die Säulen des Riesenweges in Irland, die der Fingalshöhle auf Staffa. Die Basalte sind unter einander so verschieden, die Uebergänge in andere Steinarten sind so manchfacher Natur, daß es unmöglich ist, eine kurze Beschreibung ihrer Eigenschaften zu geben, die geeignet wäre, jeden Basalt alsbald von jeder andern Steinart zu unterscheiden. Bei allem Schwankenden, dem man hier begegnet, gibt es aber immer einen Anhaltspunkt, genau bestimmen zu können, was Agricola als Basalt bezeichnete, den Felsen zu Stolpen. Nicht so gut sind wir mit dem Basalte der Alten daran. Das Wort Basaltes kommt nämlich in der ganzen alten Literatur nur ein einzigesmal vor und zwar bei Plinius XXXVI, 11. An dieser Stelle wird erwähnt, daß der Basalt Farbe und Härte des Eisens habe und in Aegypten und Aethiopien gefunden werde. Das größte Stück dieses Gesteines befinde sich im Tempel der Pax, sei von dem Imperator Vespasian dem Augustus geweiht und stelle den Nil mit 16 um ihn spielenden Kindern dar, worunter man sich eben soviele Cubitus als der Strom beim höchsten Stande erreicht zu denken habe. Ein anderes Stück dieses Steines solle (Plinius sagt es also nicht mit Gewißheit) in Theben sein, den Memnon vorstellen und jeden Tag, sowie es von den Sonnenstrahlen getroffen werde, einen Ton von sich geben.

Will man diesen Stein des Plinius mit dem des Agricola vergleichen, so zeigt sich alsbald, daß es gar viele harte und schwarze Steine geben kann, die darum nicht dieselbe Zusammensetzung haben müssen: ferner sind Aegypten und Aethiopien zu groß, und die Steine, die man daselbst findet, sind zu verschieden, als daß man von einer Art derselben sagen könnte, sie sei der Plinius'sche Stein, und was endlich das Nildenkmal anbelangt, so ist es aller Wahrscheinlichkeit nach gar nicht mehr vorhanden. Man hielt einige Zeit eine kolossale, eine Sphinx vorstellende Statue dafür, welche ein Füllhorn führt, um die herum 16 Kinder sich befinden und die Papst Clemens XIV. 1799 restauriren ließ; allein diese besteht aus weißem Marmor. Von der Memnonsstatue weiß Plinius selbst nicht gewiß, ob sie aus Basalt sei, und dann kann man in der Jetztzeit auch nicht mit vollkommener Bestimmtheit angeben, welcher unter den vielen Kolossen in Theben eben diese Memnonsstatue sei. Man findet zwar einen Koloß mit Inschriften aus den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung, welche angeben, daß dieser oder jener Ich den Ton des Memnon gehört habe, obwohl Verwüster (Cambyses) ihn verstümmelt hätten. Aber gerade die

Statue, welche die Inſchriften enthält, iſt noch wohl erhalten und beſteht aus Sandſtein.

Aus dieſem ergibt ſich leicht, daß hier ein weites Feld für Muthmaßungen und Streitigkeiten iſt, allein daran iſt noch nicht genug. Das Wort Baſalt kommt, wie bereits erwähnt, bei Plinius nur einmal vor. Außerdem findet man bei ihm wie auch bei verſchiedenen andern Schriftſtellern öfters einen Stein Baſanit erwähnt, deſſen Beſchreibung, wenngleich eben ſo unvollſtändig als die des Baſaltes, jedenfalls ein von dieſem wenig verſchiedenes Gebilde anzeigt und daneben führen die alten Claſſiker noch andere Steine, wie lapis lydius, lapis aethiopicus auf. Alle dieſe wurden mit dem Baſalte und Baſanite darum für ſynonym gehalten, weil ſie theils ebenfalls als Probirſteine benutzt werden können wie der Baſalt des Agricola, theils wie der Baſalt des Plinius aus Aethiopien ſtammen. Der harte Stein wurde auch zur Herſtellung von Mörſern benützt und dieſes gab wieder Veranlaſſung zu einer neuen Verwechslung, mit einem Steine, den Strabo (ed. Amst. 1707 II. p. 818.) zwiſchen Syene und Philä fand.

Dieſes Gewirre von verſchiedenen Anſichten prüfte Humboldt in ſeinen „Mineralogiſchen Beobachtungen" näher und kam dadurch zu folgendem Reſultate. 1) Es iſt kein Grund in den Claſſikern vorhanden, den Basaltes Pl. mit dem Syenites, basanites, lapis lydius und lapis aethiopicus zu vermengen.[1] 2) Man darf nicht, wie bisher, apodiktiſch behaupten, daß unſer Baſalt der Basaltes Pl. ſei. 3) Es iſt jetzt unmöglich, beſtimmt zu entſcheiden, welchen Stein Plinius Baſalt nenne. 4) Der vermeintliche Baſalt des Strabo iſt Granit. 5) Es iſt völlig ungewiß, ob der loc. classic. Plin. XXXVI, 11 und der beim Strabo S. 818 Bezug auf einander haben.

Zugleich ſagt Humboldt p. 65: „Sollten Plinius und Strabo einerlei Steinart bezeichnen, was die Philologie nicht entſcheiden kann, ſo wäre der weite Abſtand zwiſchen unſerm Baſalte und dem Baſalte der Alten erwieſen. Mir wenigſtens iſt dieſer Abſtand auch aus andern Gründen wahrſcheinlich. 1) Unſer Baſalt ſcheint gar nicht dazu geſchickt zu ſein, um vom Meißel bearbeitet zu werden, und doch rechnet Plinius den Baſalt unter die Marmorarten. Zu einem unförmlichen Klotze, zu einer Memnonsſtatue kann man unſern Baſalt allerdings behauen, welche Schwierig-

1) Später (1808) hat Buttmann (Muſeum der Alterthumswiſſenſchaften von Wolff und Buttmann, II. 1808. 87.) es wahrſcheinlich gemacht, daß das Wort Basaltes ein Schreibfehler iſt und Basanites heißen ſollte, da in früherer Zeit häufig das n durch einen Strich auf dem vorhergehenden Vocale bezeichnet wurde, und eine Verwechslung von Basãites mit Basaltes ſehr leicht möglich iſt.

keiten aber müßte jener Künstler zu überwinden gehabt haben, der es wagte, den verschleierten Nil mit 16 auf ihm spielenden Kindern darin vorzustellen? 2) Aegypten war das Vaterland des Plinischen Basalts. Ist es nicht auffallend, daß bei so vielen wiedergefundenen Steinbrüchen in Aegypten noch immer keine Spur von einem Basaltbruche entdeckt worden ist? Mit eben dem Rechte, mit welchem Winkelmann die Existenz des ägyptischen Porphyrs läugnet, kann man auch die Existenz des ächten Basaltes in Oberägypten bezweifeln.' 3) Plinius gibt den Basalt als ein bloß ägyptisches Product an. Wäre sein Basalt und der unsrige einerlei Steinart, so hätte er gewiß auch seine Lagerstätten in Italien und dem südlichen Frankreich gekannt. Zu den Zeiten der Despotie, da die Römer so aufmerksam auf die Erzeugnisse ihres Vaterlandes waren, konnten jene europäischen Basalte nicht unbenutzt, geschweige denn ganz verborgen bleiben. Sie mußten überdies durch ihre regelmäßige, säulenförmige Gestalt das Auge des Naturforschers auf sich ziehen. Plinius, der die Steine so gern nach ihrer Figur unterscheidet, erwähnt bei seinem Basalte dieses Kennzeichen gar nicht." In S. 70 sehen wir von Humboldt einen Satz ausgesprochen, der leider nicht so viel berücksichtigt wird, als er verdient. Er sagt: „Viele Irrthümer in der Naturgeschichte der Alten entstehen daraus, daß wir den Classikern eben die Genauigkeit und Bestimmtheit der Sprache zutrauen, an die uns der systematische Geist der letzteren Jahrhunderte gewöhnt hat. Die Botanik und Mineralogie waren zu den Zeiten des Dioscorides und Theophrastus auf der untersten Stufe ihrer Ausbildung. Pflanzen und Fossilien wurden nach ihrer habituellen Gestalt, nach ihrem zufälligen Gebrauche, nicht nach ihren wesentlichen Kennzeichen beschrieben. Die Terminologie war damals bei den Gelehrten eben so schwankend, als sie es jetzt bei der ungelehrten Volksklasse ist." Würden diese Worte, wie sie es verdienen, beherzigt, wie viele unfruchtbare Streitigkeiten würden dadurch vermieden!

Der Basalt war nicht nur das Object eines philologischen Streites, sondern auch, und zwar noch viel mehr, eines geologischen, und die Frage, auf welche Weise der Basalt entstanden sei, war lange Zeit hindurch ein Thema, mit dem sich die Naturforscher beschäftigten.

Agricola rechnete den Basalt unter die Marmorarten. Walch hält (1764) die Prismen des Basaltes für große Krystalle: er findet es für wahr-

1) Nach den spätern Erforschungen von Ritchie besteht das im Westen von Aegypten gelegene Gebirge Haruſch, der Mons ater des Plinius, aus Basalthügeln (v. Humboldt, Ansichten der Natur. 2. Aufl. 80).

scheinlich, daß an den Orten, wo sich jetzt Basaltsäulen finden, früher Seeen gewesen seien, aus deren Wasser die Säulen herauskrystallisirten. Damals galt es als ausgemacht, die Basalte haben sich aus dem Wasser gebildet, und dem französischen Naturforscher Desmarest[1] war es vorbehalten, diese Ansicht zu erschüttern. Er hatte in den Jahren 1763 — 1766 Italien und Süd-Frankreich bereist und in der Auvergne, besonders in der Gegend von Clermont, an den dortigen Puys und dem Gebirge des Mont d'or die ausgezeichnetsten Basalte gefunden. Die ganze Gegend stellte das lebendigste Bild von Vulkanen dar. Auf einer Ebene erhoben sich eine Menge von kegelförmigen Granitbergen, und auf deren Gipfel meistens Krater mit Schlacken, Asche, Bimsstein und Lava, und aus diesen Kratern hatten sich flüssige Ströme ergossen, welche nach ihrer Erstarrung ihren Weg deutlich durch verschieden modificirte Lava bezeichneten, die sich bald als basaltisch, bald porphyrartig, bald der neueren vesuvianischen Lava ähnlich charakterisirte. Desmarest fand wirkliche Basalte bald auf vulkanischen Schlacken und auf Asche, bald mitten in ehemaligen Lavaströmen oder in Schlacke, Bimsstein u. s. w. eingehüllt, oder als ganz geflossene Masse davon überdeckt, und zog daraus den Schluß, daß der Basalt der Auvergne sich nicht aus dem Wasser gebildet habe, sondern eine vorher flüssige Masse gewesen sei, die sich wie die Lava der jetzigen Vulkane aus Kratern ergossen und, bei dem Erkalten aus dem flüssigen in den festen Zustand übergegangen, die verschiedenen Formen angenommen habe, in denen sie sich jetzt finde. Die Zerreißung in die Prismen erklärte er aus der ungleichen Abkühlung der Oberfläche und der innern Masse und der damit verbundenen ungleichen Zusammenziehung der einzelnen Schichten.[2]

Diese neue Ansicht verfehlte nicht, großes Aufsehen zu machen, und wenn auch da und dort einige Aenderungen vorgenommen wurden, fand sie doch bald viele Anhänger, sie wurde sogar auf eine sehr possirliche Weise übertrieben. So sprach Witte die Ansicht aus, die ägyptischen Pyramiden seien

1) Histoire de l'Académie royale des sciences 1771 p. 705, 1772 p. 500, 1773 p. 599.

2) Diese Theorie des Zerspringens der Basalte wurde später namentlich von Poulett Scrope ausgebildet. Das Zerspringen fester Körper bei ungleicher Erwärmung oder Erkältung ist eine ganz allgemeine Erscheinung, die man leicht im Experimente zeigen kann, wenn man heißes Glas in kaltes Wasser steckt. Dicke Eisklötze springen bei der Erwärmung in dem Basalte ähnliche Gestalten. Haben sich die Säulen gebildet, so kommt durch Fortsetzung der Erscheinung, da jetzt die Prismenseiten ebenfalls abgekühlt werden, ein Zerspringen der Säulen senkrecht auf ihrer Are zum Vorschein.

nichts als Baſaltauswürfe und hätten ſich in ihrer jetzigen Geſtalt aus der Erde gehoben. Das Labyrinth iſt nach derſelben Theorie ein Ausguß von Lava über der Erde, der See Möris ein eingeſunkener Krater. Der vermeintliche Sarkophag des Cheops in der großen Pyramide, über den die Alterthumsforſcher ſo viel geſtritten haben, iſt nach Witte[1] aus der glühenden Lava entſtanden. Zwei Quaderſtücke von Baſalt lagen wie ein paar Zwieback über einander. Als das untere größere noch weich war, drang das obere hinein und ſo erhielten beide ihre jetzige ſargartige Geſtalt.[2] Der Brunnen in der großen Pyramide iſt ein Luftloch des Vulkans. Die Inſchriften, die Sphyngen, ſelbſt die Reſte von Perſepolis, Balbeck und Palmyra, der Rieſenbrunnen auf Ceylon, der Tempel des Jupiter zu Girgenti in Sicilien und die zwei Paläſte der Incas von Peru bei Lacatagua und Akuncanjar ſind natürliche Baſaltgruppen und Lavaflüſſe, die Inſchriften ſind Schörl, Zeolith und Kalkſpath, die Aufgedunſenheit der Figuren iſt ein ſichtbares Zeichen der aufgeblähten Lava.

Trotz dieſer ſchwärmeriſchen Beiſtimmung blieb der Theorie Desmareſt's die Oppoſition nicht aus. An den deutſchen Baſaltfelſen fand man keine Spur von Schlacken und Lavaſtrömen; hier treten die Baſalte als vereinzelte Kuppen auf, die auf Sandſteinen und andern offenbar aus dem Waſſer gebildeten Felsarten lagern, und die vulkaniſche Theorie wurde daher von den meiſten deutſchen Geologen nicht angenommen, ſondern die neptuniſche, die die Entſtehung der Gebirge und namentlich des Baſaltes von Niederſchlägen aus dem Waſſer ableitet, beibehalten. Dieſe Theorie, an deren Ausbildung Werner, Profeſſor zu Freiberg, der nachmalige Lehrer Humboldts, den größten Antheil hatte, lehrte, daß in verſchiedenen Perioden das Meer, deſſen Waſſer eine große Menge Schlamm u. dgl. mit ſich führte, die Erde überfluthete und daß aus der Verhärtung der nach dem Zurücktreten des Waſſers liegen gebliebenen Stoffe die (Flötz-) Gebirge ſich gebildet hätten, welche ſich auf den primitiven Felſen, die nach der Schöpfung aus dem allgemeinen Gewäſſer herauskryſtalliſirten, nämlich Granit, Gneiß, Syenit u. ſ. w. auflagerten. Bei der letzten dieſer Ueberfluthungen ſollte der Baſalt geblieben ſein, der früher ein einziges, ungeheuer verbreitetes, verſchiedene primitive und Flötz-Gebirge bedeckendes Lager ausmachte, welches im Laufe der Zeiten zwar meiſtens zerſtört wurde, deſſen Ueberbleibſel aber

1) Ueber den Urſprung der Pyramiden in Aegypten.

2) Humboldt ſagt (Min. Beobachtungen S. 30), daß nach Maillet der Sarkophag von Porphyr, nach Savary von gelblichem Kalkſtein, nach andern Mineralogen von antikem Granit alſo wenigſtens nicht von Baſalt war.

noch in den Baſaltkuppen zu ſehen ſeien. Unter dem Baſalte ſeien gelegentlich Kohlenflötze, und wenn ein ſolches in Brand gerathe, ſo werde der Baſalt geſchmolzen und erſcheine als Lava.

Während alſo die Werner'ſche Theorie den Vulkanen nur eine ſehr untergeordnete Bedeutung in dem Vorgange der Erdbildung zutheilte, wurden die Anſprüche, welche die Partei der Vulkaniſten für die Wirkung des Feuers machten, immer größer, und es wurden bald nicht nur der Baſalt, ſondern auch der Trapp, Dolerit, Porphyr, ja ſelbſt der Granit, kurz alle Felsarten, die keine natürliche Schichtung zeigen, und keine verſteinerten Reſte vormaliger organiſcher Geſchöpfe enthalten, dem unterirdiſchen Feuer zugeſchrieben, eine Theorie, die namentlich in Hutton, deſſen Hauptwerk (Theory of the Earth) jedoch erſt 5 Jahre nach der Humboldtſchen Schrift über die Baſalte veröffentlicht wurde, ihren Vertreter fand. — Nach dieſer Theorie war die Erde früher eine im feurigen Fluſſe befindliche Kugel, die ſich allmälig abkühlte, ſo daß jetzt die Oberfläche kalt, die große Maſſe des Innern noch im flüſſigen Zuſtande iſt. Die durch Abkühlung erſtarrte Oberfläche iſt nicht eben, die höheren Theile bilden Gebirge, die niedrigeren ſind vom Meere bedeckt. Die vom Waſſer nicht bedeckten Theile werden durch die Witterung, Waſſer u. ſ. w. allmälig zerſtört, und der Schutt durch die Flüſſe in's Meer geführt, wo derſelbe wieder zuſammenbackt. Im Laufe der Zeiten ändert ſich das Relief der Erde, und ſo iſt es möglich, daß früher vom Meere bedeckte Gegenden aus demſelben hervorragen und die aus dem Abfalle früherer Berge entſtandenen Felſen neue Gebirge bilden. Die Wernerſchen durch Kryſtalliſation gebildeten Steine entſprechen alſo hier denjenigen, die durch Erſtarrung früher flüſſigen Materials entſtanden, die auf naſſem Wege gebildeten Felſen der Huttonſchen Theorie ſind den bei Werner durch Anſchwellen des Waſſers entſtandenen analog, und außerdem hat Hutton noch das durch Vulkane als Lava und dgl. ausgeworfene Geſtein.

Das Gebiet der neptuniſtiſchen Partei war vorzugsweiſe Deutſchland, obwohl ſie in dem Bergrathe Voigt zu Weimar einen entſchiedenen Gegner hatte, während die franzöſiſchen Geologen faſt durchaus der Theorie des Vulkanismus huldigten. Die Herrſchaft der Neptuniſten in Deutſchland wurde vorzugsweiſe durch Werner's Perſönlichkeit ſelbſt bedingt. Werner, als Beobachter und Syſtematiker einer der größten Mineralogen aller Zeiten, übte durch die Klarheit ſeines glänzenden Vortrags eine unbedingte Herrſchaft über ſeine Schüler aus, deren Verehrung für ihren Lehrer ſo weit ging, daß die meiſten, ſelbſt nachdem ſie ſich von der Unhaltbarkeit ſeiner Theorie über den Baſalt überzeugt hatten, doch erſt nach ſeinem Tode ihre Anſicht un-

umwunden aussprachen, um nur dem Meister durch diesen Widerspruch keinen Aerger zu machen. Werner gründete sein System auf die geologischen Verhältnisse Sachsens, die allerdings dem Erkennen vulkanischer Einwirkung auf die Basaltbildung sehr ungünstig sind, denn von Kratern u. dgl. gibt es hier keine Spur. Die deutschen Basalte treten fast immer in einer Gestalt auf, welche der der Hutpilze nahe kommt, wobei jedoch nur der Hut über die Erdoberfläche ragt, während der Strunk in dem Boden steckt. Betrachtet man das Ganze von oben und außen, so findet man nur eine ringsum begrenzte Masse von Basalt, die auf irgend einem neptunisch gebildeten Gesteine aufliegt und erst wenn man durch dieses letztere durchgräbt, findet man, daß die obere Basaltmasse durch einen mit Basalt ausgefüllten Kanal mit der Tiefe in Verbindung steht. Von diesem Verhältnisse wußte man aber damals noch nichts. Da Werner keine größeren Reisen machte, hielt er die Form des sächsischen Basaltes, dessen Verbindung mit der Tiefe er aber nicht kannte, und den er für durchaus ganz oben liegend hielt, für den auf der ganzen Erde herrschenden Typus. Die Franzosen hatten den entschiedenen Vortheil, daß ihnen die Vulkane der Auvergne einen Einblick in die Lage der Sache bot, die sie alsbald von der Richtigkeit der vulkanischen Theorie überzeugte. Es ist Thatsache, daß kein Beobachter von der Auvergne als Anhänger der Wernerschen Lehre zurückkehrte.

Als A. v. Humboldt im Jahre 1790 seine Beobachtungen über die Basalte veröffentlichte, war der eben geschilderte Streit so ziemlich am lebhaftesten. Deutschlands Mineralogen standen fast sämmtlich auf der Seite Werners, und wenn auch Humboldt damals noch nicht zu dessen eigentlichen Schülern gehörte (er bezog Freiberg erst im Jahre 1791) und er sich mehr mit der Beschreibung des Auftretens der Basalte des Niederrheins, unter denen die des Steinbruches von Unkeln besonders großartig erscheinen, als mit der Frage, auf welche Art sie entstanden seien, befaßt, so läßt sich leicht erkennen, daß er auf Seite der Neptunisten stand, wenn er sich auch nicht gradezu dafür ausspricht. So z. B. neigt er sich S. 79 zur neptunistischen Erklärung der Entstehung der Basaltsäulen, indem er sagt: „Die regelmäßige Gestalt der Basalte ist zwar an sich nicht mehr unerklärbar, als die Gründe, aus denen Alaun in doppelte vierseitige Pyramiden, das Kochsalz in Würfel anschießt.“ Er zieht hier offenbar die Ableitung der Basaltform aus dem Vorgange der Krystallisation, also die neptunistische, der Erklärung durch ungleiche Abkühlung der verschiedenen Schichten eines erstarrenden Lavastromes vor. Ebenso finden wir S. 118: „In der schönen, in Deutschland einzigen Sammlung von vesuvianischen Producten zu Bonn

ſah ich allerdings Laven, die den Unkeler und Frankfurter Mandelſteinen ſehr ähnlich ſind. Dieſe Aehnlichkeit kann aber wenig für den vulkaniſchen Urſprung der letzteren entſcheiden. Die Verſchiedenheit der italieniſchen Laven iſt ſo groß, daß man wohl kaum einen Stein in Deutſchland findet, der nicht irgend eine Verwandtſchaft mit ihnen zu haben ſchiene. Das im Ganzen nur ſchwache Feuer der Vulkane greift die ausgeworfenen Mineralien nicht ſonderlich an. Die Grundſtoffe, welche wir in den meiſten Laven erkennen und die gleichſam das Charakteriſtiſche derſelben ausmachen, ſind unſerm Vaterlande ſo gut, als dem untern Italien eigen. Verwitterung bringt oft eben die Poroſität hervor, als das Aufblähen der erhitzten Dämpfe. Kein Wunder daher, wenn dieſelben Grundſtoffe, zu einer ähnlichen Maſſe verändert, zu den ſonderbarſten Täuſchungen Anlaß geben können."

Dieſe Andeutungen mögen genügen, um zu zeigen, daß Humboldt 1790 noch Anhänger der neptuniſchen Theorie war, und gerade er ſollte eine der Hauptſtützen der entgegengeſetzten Anſicht werden!

Es läßt ſich nachweiſen, daß A. v. Humboldt bis zum Antritte ſeiner amerikaniſchen Reiſe Anhänger der Wernerſchen Schule geblieben ſei, denn in einem Aufſatze, der ſich unter dem Titel „Die Entbindung des Wärmeſtoffs als geognoſtiſches Phänomen betrachtet" in der Sammlung von Abhandlungen über die chemiſche Zerlegung des Luftkreiſes befindet, vertrat er mit beſonderem Nachdrucke den Satz: Die feſte Erdmaſſe bildete ſich durch Niederſchläge aus Flüſſigkeiten; aufgelöſte Stoffe wurden aus ihren Auflöſungsmitteln abgeſchieden. Wir haben hier den Gegenſatz zur Lehre der Vulkaniſten, die die feſte Erde (der Hauptmaſſe nach) als Reſultat der Erſtarrung vormals glühend flüſſiger Subſtanzen betrachten.

Der ſchwache Punkt der Wernerſchen Lehre war ſtets die Angabe der Art, wie es denn gekommen ſein möge, daß die das nachmalige Geſtein im aufgelöſten Zuſtande enthaltenden Gewäſſer bald vor-, bald zurücktraten, bald Geſteine abſetzten, bald nicht. Humboldt ſcheint eine Abhülfe dieſes Uebelſtandes in der genannten Abhandlung im Auge gehabt zu haben.

Als Grundlage des Ganzen dient die Thatſache, daß überall da, wo ein flüſſiger Körper den feſten Aggregatzuſtand annimmt, Wärme entwickelt wird.

Es ſeien nun eine ganze Menge feſter Stoffe in Waſſer gelöſt! Sowie ein Theil der letzteren aus der Löſung herauskryſtalliſirt, wird dieſe heiß, ein Theil verdampft, die durch Verdampfung verminderte Waſſermaſſe vermag nicht mehr das, was in ihr aufgelöſt iſt, alles in Löſung zu halten

und es ſchlägt ſich eine neue Quantität feſter Subſtanz nieder. So ruft ein Niederſchlag den andern hervor, und da ein Theil des Waſſers bald als Dampf in der Luft bald nach der durch Wärmeabgabe an den Weltenraum erfolgten Abkühlung auf der Erde iſt, folgt eine verſchiedene Höhe deſſelben auf der Erde.

Die durch ſolche Kryſtalliſationen hervorgerufene Wärme betrachtet Humboldt als die eigentliche von der Sonne unabhängige Wärme der Erde. Seit früherer Zeit iſt die Erde abgekühlt, und unſer Planet iſt jetzt nicht mehr wie früher im Stande, in höheren Breiten Thiere und Pflanzen hervorzubringen, die wir jetzt in der Tropenzone finden.

Die Reizbarkeit.

Unter den Urſachen, welche den manchfaltigen Erſcheinungen des Thier- und Pflanzenlebens zu Grunde liegen, ſpielte in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts beſonders die ſogenannte Reizbarkeit oder Irritabilität eine große Rolle. Man betrachtete die Materie als das ſinnlich Erkennbare, das Raumausfüllende, und nahm an, daß auf ſie die an ſich nicht ſinnlich wahrnehmbare, nur in und an jener anſchaubare Kraft wirke. Von dieſer Kraft nun ſeien unendlich viele Abſtufungen und Modificationen denkbar und unter dieſen eine, die in Folge von Einwirkungen von außen (Reizen) nach außen wirke, und dieſe Kraft ſei die Reizbarkeit.

Spuren, daß ſolche Erſcheinungen wahrgenommen wurden, gehen weit zurück, und man findet daher viele zerſtreute Bemerkungen darüber; ſchon Virgil kannte die Zuckungen am friſchen Fleiſche. Der Erſte, welcher die Reizbarkeit einer größeren Aufmerkſamkeit würdigte, war Albert v. Haller[1], der, der größte Phyſiologe des 18. Jahrhunderts, in der Mitte deſſelben in Göttingen wirkte. Die Unterſuchung der verſchiedenen Theile des Menſchen- und Thierkörpers führte ihn auf die Beobachtung verſchiedener, namentlich auch faſerig zuſammengeſetzter Gebilde, die bei mehr oder weniger rauher, mechaniſcher Berührung, Stichen, Schnitten, bei Anwendung chemiſcher Agentien, wie Scheidewaſſer, Vitriolöl, Spießglanzbutter (jetzt An-

1) Die Grundzüge ſeiner Lehre finden ſich in: Dissertation sur les parthies irritables et sensibles des animaux par M. de Haller, traduit par Tissot. Lausanne 1755.

timonchlorid) ein abweichendes Verhalten zeigten. Er nannte einen Theil ſenſibel, wenn derſelbe die Thatſache der geſchehenen Berührung zum Bewußtſein der Seele des Menſchen, deren Wohnſitz er in deſſen Hirn legte, bringen konnte, oder wenn ſeine Berührung bei dem Thiere, von dem er annimmt, daß es ungewiß ſei, ob es eine Seele habe oder nicht, die Erſcheinungen des Schmerzes oder des Mißbehagens hervorrief. Hierher gehören nach ihm vorzugsweiſe die Nervenfaſern. Andere Theile ziehen ſich zuſammen, wenn ſie geſtochen, gebrannt, oder auf andere Weiſe verletzt werden, ſie verkürzen ſich, ohne daß darum ein Schmerzgefühl zum Vorſchein käme, da die Empfindung ſich nicht zum Hirne fortpflanzt. Dieſe Erſcheinung zeigen z. B. die Muskeln eines friſch abgenommenen Gliedes, das mit dem Geſchöpfe, dem es früher angehörte, in gar keiner Verbindung mehr ſteht und demſelben daher auch kein Schmerzgefühl mehr mittheilen kann. Zu dieſen, den reizbaren Theilen, rechnet Haller die Muskelfaſern; er läugnet zwar nicht, daß auch andere Organe reizbar ſein können, doch ſagt er, dieſes ſei in ganz geringem Grade der Fall, und er unterſuchte ſie auch nicht weiter. Andere Stoffe, wie z. B. die Sehnen, erklärte er für weder empfindlich noch reizbar. Die Hauptanwendung, die Haller von der Reizbarkeit der Muskelfaſer machte, war die Erklärung des Herzſchlages; er machte ſo die Contractionen dieſes Organes unabhängig von den Functionen des Gehirns und der Arterien und ſtellte den Satz auf, daß das Blut wie auch andere Flüſſigkeiten, ſelbſt die Luft, als Reizmittel für die Muskelfaſern des Herzens diene, und dieſe veranlaſſe, ſich zu verkürzen, wodurch das ganze Herz zuſammengezogen würde; dadurch werde das Blut hinausgedrängt und nach dem Aufhören des Reizes nehme das Herz den alten Raum wieder ein. Dieſer neue Satz, ausgeſprochen von einem Manne wie Haller, konnte nicht unbeachtet bleiben und ſeine Aufnahme war bei den verſchiedenen Phyſiologen der damaligen Zeit eine je nach deren vorherigen Anſichten verſchiedene. Man wendete vorzugsweiſe ein, daß, wenn die Contraction des Herzens eine Folge des Blutreizes ſei, ſich nicht gut einſehen laſſe, warum die Zuſammenziehung erſt erfolge, wenn das Herz vom Blute voll ſei, da es doch viel natürlicher wäre, daß bei dem Eintritte des Blutes auch die Zuſammenziehung erfolge, und das Herz ſich demnach gar nicht damit füllen könne. Andere Phyſiologen, wie Lups, Winter u. ſ. w., nahmen die Hallerſche Theorie nicht nur an, ſondern erweiterten ſie ſogar, und gründeten auf die Reizbarkeit ein ganz neues Syſtem des thieriſchen Haushaltes, in welchem ſie die Functionen der Gefäße, Nerven, kurz ſämmtlicher Organe auf ſie zurückführten; de la Mettrie machte ſie zur Grundlage eines Syſtems, in wel-

chem er den Menſchen als Maſchine darſtellte, und die Immaterialität der Seele läugnete.

Dei erſte Veröffentlichung Hallers datirt vom Jahre 1739. Wollen wir die Ausbildung ſeiner Lehre kennen, welche dieſelbe bis zum Jahre 1790, in welchem Humboldt ſeine wiſſenſchaftliche Thätigkeit begann, erlangt hatte, ſo dürfte es zweckmäßig ſein, zu unterſuchen, wie ſie ſich in den um jene Zeit veröffentlichten Schriften präſentirte, und ich wähle hiezu die Abhandlungen Girtanners aus, welche ſich in den Observations sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts par MM. Abbé Rozier, Monge, et de la Metherie Tom. XXXVI. 1790 und in deutſcher Ueberſetzung in Grens Journal der Phyſik, 1791, III. finden. Girtanner wendet das Princip der Reizbarkeit nicht wie Haller nur auf Thiere, ſondern auch auf die Pflanzen an, und betrachtet die ganze organiſirte Natur als aus feſten und flüſſigen Theilen zuſammengeſetzt, von denen die erſteren aus drei Arten primitiver Faſern, den erdigen, den ſenſibeln und den irritabeln beſtehen. Die erdigen Fibern ſind unorganiſirt, unempfindlich und unreizbar; die ſenſibeln oder nervigen Faſern ſind empfindlich, aber nicht reizbar; die irritabeln endlich ſind das letztere allein. Es gibt drei Arten reizbarer Faſern, die gerade, die ſpirale und die cirkelförmige. Die Wirkung der geraden Faſer iſt eine gleichzeitige Annäherung aller ihrer Theile gegen einander, wodurch eine Verkürzung derſelben erzielt wird, worauf bei dem Aufhören des Reizes der frühere Zuſtand wieder eintritt. Hieher gehört die ſchon von Haller angeführte Contraction des Herzens, ſowie auch die Zuckung, welche man an friſch von dem Körper abgetrenntem Muskelfleiſche wahrnimmt, wenn man es mechaniſch zerrt oder dem Einfluſſe verſchiedener chemiſcher Subſtanzen, wie Schwefelſäure, ausſetzt. Auch die ſpiralförmige Faſer zieht ſich zuſammen, aber nicht an allen Stellen gleichzeitig, ſondern zuerſt da, wo der Reiz angebracht wurde, dann allmälig an den ferner liegenden Punkten. Ihre Wirkung iſt eine vorübergehende Verengerung des innerhalb der Spirale liegenden Kanales. Durch dieſe Art von Wirkung erklärt Girtanner die Bewegung der Flüſſigkeiten in den Gefäßen, deren Wandungen er mit Spiralfaſern ausſtattet, und wir ſehen hierin wieder eine Erweiterung des Hallerſchen Satzes, der zunächſt nur die Muskelfaſern für irritabel erklärte. Girtanner's Theorie iſt vorzugsweiſe gegen die von Hales gerichtet, der in ſeiner Statik der Gewächſe die Bewegung der Säfte in den Pflanzen von der Wirkung der Verdunſtung und der Haarröhrchenanziehung, der Kraft, vermöge deren manche Flüſſigkeiten in engen Röhren höher ſtehen, als in mit dieſen communicirenden weiten, abhängig gemacht hatte. Als nämlich

Newton am Anfange des vorigen Jahrhunderts nach vorausgegangener Entdeckung der Gravitation gefunden hatte, daß die vorher für sehr complicirt gehaltenen astronomischen Erscheinungen sich als die Wirkungen einer einem sehr einfachen Gesetze unterliegenden Kraft darstellen lassen, war man einige Zeit darauf emsig damit beschäftigt, auch die übrigen Erscheinungen in der Natur, namentlich die der organischen Welt, auf einfache Ursachen zurückzuführen. Es ist das gewöhnliche Loos größerer Entdeckungen, zuerst verkannt und dann überschätzt zu werden, und so hatte auch die Newtonsche Entdeckung zuerst mancherlei Opposition zu bekämpfen, sie war aber auch großentheils die Ursache, daß man ein paar Decennien später alle Vorgänge in der Natur als mechanische Probleme betrachtete. Ganz ähnlich ging es mit der bereits oben erwähnten Huttonschen Theorie der Erdbildung und auch gewissermaßen mit der Reizbarkeit, die im letzten Jahrzehnt des vergangenen Säculums in der höchsten Blüthe stand.

Die cirkelförmige Fiber hatte nach Girtanner die Function, durch gleichzeitige Zusammenziehung an allen ihren Theilen irgend einen Kanal zeitweilig abzuschließen oder wieder zu öffnen.

Auch den flüssigen Theilen der Thiere und Pflanzen wurde Reizbarkeit zugeschrieben, aus der ihre Gerinnbarkeit abgeleitet wurde.

Der Grad der Irritabilität ändert sich nach Girtanner beständig, wechselt mit der Lebensweise, dem Alter u. s. w. des Individuums; sie häuft sich bei Abhaltung eines regelmäßigen, gleichmäßig fortwirkenden Reizes an, wird aber durch Anwachsen desselben, oder durch öfteres Wiederholen eines außergewöhnlichen vermindert, und daraus entstehen drei verschiedene Zustände der Faser.

1) Der Zustand der Gesundheit, der bei jedem Individuum verschieden ist, der Ton der Fiber.

2) Der Zustand der Anhäufung, der durch die Abhaltung der gewöhnlichen Reize hervorgebracht wird.

3) Der Zustand der Erschöpfung, bedingt durch zu starke Anwendung eines Reizes.

Der organische Körper bekommt beständig einen Zuwachs von Reizbarkeit, der ihm durch fortgesetzte Reizung wieder entzogen werden muß. Stehen Zufluß und Abgang mit einander im Gleichgewichte, so folgt die Gesundheit, das Wohlbefinden des Individuums, welche aufhören, wenn die Zustände 2 und 3 durch irgend eine Ursache eintreten. Die Krankheit ist daher von zweierlei Art, und danach muß sich auch ihre Behandlung richten. Bei gänzlichem Erlöschen der Reizbarkeit erfolgt der Tod.

Bereits oben wurde angedeutet, daß Haller mit der Schwierigkeit zu kämpfen hatte, daß das durch das Blut reizbare Herz sich gar nicht ganz damit füllen könne; Girtanner erklärt diese Erscheinung dahin, daß nach der Contraction das Herz sich in einem Zustande der Erschöpfung befinde, und unthätig sei, und erst wenn es nach einiger Zeit wieder wirke, könne es sich von Neuem zusammenziehen; dann sei es aber auch wieder mit Blut gefüllt.

Als Reize, welche regelmäßig wirken, bezeichnet er die Wärme, das Licht, die Nahrung, die Circulation der Säfte und den Nervenreiz, welcher letztere jedoch nur bei den Thieren vorkomme und auf den sich der Einfluß der Leidenschaften sowie der moralischen Eindrücke, wie der Freude, Trauer u. s. w. reduciren.

Fragen wir, worauf denn die Reizbarkeit eigentlich beruhe, ob sie irgend eine immaterielle, unsern Sinnen nicht wahrnehmbare Grundlage habe, oder ob sie an irgend einen durch chemische Mittel darzustellenden materiellen Körper gebunden sei, so finden wir diese Frage dahin beantwortet, daß der Sauerstoff der Träger aller Reizbarkeit sei, dessen Uebermaß oder Mangel im Körper den Zustand der Anhäufung oder Erschöpfung bedinge, und auf dessen Regulirung sich die gesammte Therapie schließlich reduciren müsse.

Eine solche Ausarbeitung der Therapie finden wir bei John Brown[1], dessen System sich fast in ganz Europa längere Zeit der größten Anerkennung erfreute. Brown bleibt übrigens nicht bei der Reizbarkeit (irritabilitas) stehen, sondern nimmt dafür die Erregbarkeit (excitabilitas), worunter er nicht nur eine Verkürzung irgend einer Muskelfaser, sondern allgemein eine durch irgend eine von außen kommende Wirkung hervorgebrachte Aenderung im organischen Körper versteht. Er nimmt einen Zustand der Erregbarkeit und eine Erregung an. Heben beide sich auf, so folgt Gesundheit, während eine steigende Differenz beider wachsende Krankheit und endlich den Tod herbeiführt. Samuel Lynch hat das Ganze sogar tabellarisch zusammengefaßt.[2] Man findet hier zwei in 80 Grade getheilte Scalen, Erregung und Erregbarkeit, die einander parallel laufen, aber während die eine oben mit 0 beginnt, unten mit 80 aufhört, hat die andere die entgegengesetzte Eintheilung. In der Mitte haben beide Scalen 40, dort heben Erregung und Erregbarkeit sich auf, dort ist Gesundheit; bei 0 Erregbarkeit und 80

1) John Browns System der Heilkunde mit einer kritischen Abhandlung über die Brownschen Grundsätze von C. H. Pfaff. Entwurf einer einfacheren Arzneikunst oder Erläuterung und Bestätigung der Brownschen Arzneilehre von M. A. Weikard.

2) Beilage zu dem Pfaff'schen Werke.

Erregung, welche zuſammenfallen, ſtehen Peſt und Tod, bei 80 Erregbarkeit und 0 Erregung ſind Apoplexie und wieder Tod. Steigt die Erregung über den 40. Grad, ſo nimmt die Erregbarkeit ab und es gehört nun eine noch ſtärkere Erregung dazu, eine gegebene Aenderung hervorzurufen. Mit dem Mißverhältniß ſteigt die Schwäche und alle Erregungsmittel wirken daher ſchwächend, d. h. mindern die Erregbarkeit.

Man kann die Brownſche Lehre als den Culminationspunkt der Theorie der Reizbarkeit betrachten, doch liegt darin bereits etwas, was der letzteren viel von ihrer Wichtigkeit raubte, ſo daß ſie jetzt nicht mehr in dem Anſehen ſteht, das ſie vor 60 Jahren genoß. Brown nimmt nämlich nicht nur Reizbarkeit an, ſondern gibt auch Aenderungen zu, die nicht auf eine bloße Verkürzung von Faſern reducirbar ſind, und gerade das genauere Studium dieſer Aenderungen, auf welches man durch Brown geleitet wurde, iſt eine der Urſachen, warum man, von dem Allgemeinen auf das Specielle übergehend, den Satz von der Reizbarkeit im Ganzen gegenwärtig weniger verfolgt.

Humboldt betrachtete in ſeinen Aphorismen die Reizbarkeit als ein charakteriſtiſches Kennzeichen des Lebens, als einen Ausfluß einer eigenen Kraft, der Lebenskraft, und unterſchied demzufolge die Beſtandtheile der Thiere und Pflanzen als belebte (reizbare) und unbelebte. Unter die letztere Klaſſe gehören nach ihm bei den Thieren die Knochen, Haare, Nägel, der feine Bart an der Pinna[1] und dem Mytilus[2], bei den Pflanzen das Oberhäutchen, das Holz und die Samenkrone. Eine Vergleichung der Knochen mit dem Holze führt ihn auf den Schluß, daß die Pflanzen mit den meiſten Thieren, welche weißes und kaltes Blut haben (den wirbelloſen Thieren), das gemein haben, daß ſie keine wahren Knochen beſitzen, obwohl das Holz deren Stelle vertritt.

Als reizbare, alſo lebende Theile der Pflanzen, bezeichnet er die Saftgefäße, das Zellgewebe, die Luftgefäße, während er aus der Beweglichkeit einiger Staubfäden, Blätter und Blattſtiele darauf ſchließt, daß die Pflanzen auch Muskelfaſern (die ebenfalls reizbar ſind) beſitzen. Die Reizbarkeit als der Ausdruck der Reaction einer im Innern des reizbaren Körpers befindlichen Kraft muß ſich durch irgend einen Vorgang zu erkennen geben und dieſer Vor-

1) Mießmuſchel, in der Nordſee zu Hauſe, und durch einen Haarbüſchel an andere Körper befeſtigt.

2) Steck-, Seiden- oder Schinkenmuſchel. Aus der Oeffnung hängt ein Bart hervor, der in Palermo, Meſſina und Smyrna zu Handſchuhen verarbeitet wird. Man hält dieſes Product für den Byſſus der Alten.

gang zeigt ſich durch Bewegung. Der Bewegungen, die man an den Pflanzen wahrnehmen kann, gibt es dreierlei Arten. In die erſte Klaſſe gehört die ſtetige Bewegung wie beim Hedysarum gyrans[1], welche ohne durch irgend einen Reiz unterbrochen zu werden, ſich bald langſamer, bald geſchwinder zeigt, am Mittag bisweilen aufhört, in der Nacht aber deſto ſtärker wird. Zu der zweiten Klaſſe gehören diejenigen eigenen und unwillkürlichen Bewegungen, welche durch einen neuen Reiz hervorgebracht werden. Beiſpiele hierzu liefern Parnassia palustris[2] und Rutha chalepensis.[3]

---

1) Hedysarum gyrans iſt eine Pflanze aus der Familie der Hülſenfrüchte, ihr Vaterland iſt Bengalen. Sie hat wie der Klee dreizählige Blätter, wovon das Endblatt bedeutend größer iſt, als die ſeitlich ſtehenden. Die Bewegung dieſer Pflanze iſt von zweierlei Art, wovon die eine, von dem Lichte abhängige, von dem Hauptſtiele und dem großen Endblatte, die andere von den Seitenblättern ausgeführt wird. Die erſtere beſteht in einem Aufrichten und Niederſenken. In den erſten Morgenſtunden und an gewöhnlichen etwas trüben Tagen ſtehen die gemeinſamen Blattſtiele in einem ſpitzigen Winkel vom Stamme ab; ſobald aber die Sonne darauf ſcheint, zieht ſich der Blattſtiel gegen den Stamm und die Spitze des Blattes erhebt ſich, ja die ganze Pflanze nimmt eine Richtung nach der Sonne an, ſo daß ſie oft einige Stunden hindurch ganz ſchief ſteht. Kehrt die Pflanze in den Zuſtand des Schlafes zurück, ſo ſinken zuerſt die Blätter zurück, die Stiele ziehen ſich an den Hauptſtamm und dann legen ſich die großen Blätter ſo genau an dieſen, daß ſie ihn wie ein Mantel umſchließen. Die Bewegungen der Seitenblättchen ſind diejenigen, von denen Humboldt oben ſpricht. Das eine derſelben hebt ſich langſam in die Höhe und legt ſich mit der innern Fläche an den Stiel des Hauptblattes, ſobald dieſes geſchehen, fängt das gegenüberſitzende Blättchen an zu ſinken, und kommt mit der oberen Fläche nach außen zu liegen, bis ſich die untere Fläche der Länge nach an den Stiel legt. Hierauf ſinkt das zuerſt emporgeſtiegene Blättchen, und nachdem es ſich dem Blattſtiele ebenfalls nach hinten angelegt hat, beginnt das andere wieder zu ſteigen. Je wärmer die Luft und je üppiger die Pflanze, um ſo ſchneller zeigt ſich auch die Bewegung, doch kann nach A. v. Humboldt ſehr große Hitze auch lähmend wirken. Die Bewegung dauert bei Tage wie bei Nacht gleichmäßig fort.

2) Nach den Unterſuchungen Humboldts (Ulſteri, Annal. der Botanik 1792. Itl. 7), bewegen ſich in derſelben Ordnung, in welcher der Pollen reift, die Staubfäden ruckweiſe zum Piſtille, bei der Annäherung ſchnell und auf einmal, bei der Entfernung nach geſchehener Befruchtung in drei Abſätzen. Zählt man die Staubfäden von rechts nach links, ſo bewegt ſich zuerſt 1, dann 5, 2, 4 und endlich 3. Der vierte und dritte Staubfaden machen die Bewegung meiſtens zuſammen, wenigſtens erhebt ſich der dritte, wenn der vierte noch nicht ausgeleert iſt.

3) Bei den Rauten ſtehen die Staubfäden in zwei Reihen, jede zu 4; in der einen opponiren ſie den Blumenblättern, in der andern alterniren ſie mit ihnen. Bei dem Eröffnen liegen jene den Blumenblättern feſt an, dieſe ſind etwas nach rückwärts gekrümmt. Wenn die Antheren reifen, biegen ſich dieſe Staubfäden in die Höhe

Die dritte Classe bilden die Bewegungen derjenigen Pflanzen, welche durch äußerlich wirkende Ursachen zur Bewegung gereizt werden. Hieher gehören Mimosa pudica, Dionoea muscipula, Oxalis sensitiva.[1]

Soll die Reizbarkeit genauer untersucht werden, so muß es Mittel geben, dieselbe zu erhöhen oder sie zu schwächen. Als Mittel, welche die Reizbarkeit der Pflanzen erhöhen, dienen oxygenirte Kochsalzsäure (unser jetziges Chlorwasser), oxydirte Metalle, Sauerstoffgas, Wasser, kochsalzsaures Ammonium (Salmiak), salpetergesäuerte Pottasche (Salpeter), mit kohlensaurer Luft, Salpeter-, Schwefel-, Zucker-, oder einer andern Säure gemischtes Wasser, mäßige Wärme, Schwefel, mäßig angewandte Elektricität.

Sehr interessant sind die Versuche, welche Humboldt mit Chlorwasser anstellte. Er entdeckte, daß Kreßsamen in dasselbe gelegt, schon nach einer halben Stunde aufschwollen, nach 6—7 Stunden keimten, und in einer weiteren Stunde Keime von der Größe einer Pariser Linie geben, während

---

bis sie sich über die Narbe des Pistilles gelegt haben. Bald gehen sie einzeln, bald mehr oder weniger gleichmäßig, alle vier zusammen. Die Staubfäden des andern Kreises bewegen sich viel langsamer und zwar einer nach dem andern. Den zu diesen Bewegungen Veranlassung gebenden Reiz sucht Humboldt, wie auch bei der Parnassia, in der Samenfeuchtigkeit des Pollens.

1) Mimosa pudica ist eine in Brasilien wachsende Pflanze aus der Familie der Hülsenfrüchte. Bei Erschütterungen legen sich ihre Blättchen mit ihren Oberflächen zusammen und der mehreren Blättchen gemeinsame Stiel senkt sich, und da ein Blättchen, indem es seine Bewegung macht, die Nachbarblättchen erschüttert, pflanzt die Erscheinung sich sehr häufig fort. Nach v. Martius ist der Hufschlag eines durcheilenden Pferdes hinreichend, um ganze Massen von Mimosen in Bewegung zu setzen. In derselben Weise wirken Temperaturänderungen.

Dionoea muscipula (Venusfliegenfalle) ist ein krautartiges Gewächs aus Nordcarolina. Das Blatt besteht aus 2 gleich großen Lappen, von etwas ovaler Form, die sich auf beiden Seiten des Mittelnerven ausbreiten, so daß dadurch am oberen Ende ein tiefer Einschnitt zwischen diesen beiden Lappen entsteht. Dieses aus 2 gegenüberstehenden Lappen zusammengesetzte Blatt hat das Eigenthümliche, daß es sich nach oben zusammenfaltet, wenn es in der Mittellinie der oberen Fläche gereizt wird, und bei diesem Zusammenklappen legen sich die Borsten, welche wie Wimpern die Ränder einfassen, über Kreuz zusammen. Da diese Bewegung schon dadurch veranlaßt werden kann, daß ein Insekt von der Größe unserer Fliegen über die Mittellinie des Blattes fortläuft und dann von den sich schnell zusammenlegenden Blattlappen eingeschlossen wird, hat die Pflanze den Namen Fliegenfalle erhalten.

Bei der Oxalis sensitiva zeigt sich bei der Berührung ein Zusammenlegen der Blättchen nach unten. Um Mittagszeit geschieht dieses schon bei dem bloßen Anhauchen, und an regnerischen und stürmischen Tagen öffnen sich die Blättchen gar nicht.

in Salzsäure gebrachte Samen gar nicht, in Wasser gelegte erst nach 36—38 Stunden Keime entwickelten.[1] Ebenso fand er, daß Erbsen- und Bohnensamen in angefeuchtete Metalloxyde, wie Mennig, Bleiglätte und Massicot gebracht, schneller als in feuchter Erde keimten, und daß auch Sauerstoffgas diesen Vegetationsproceß merklich beschleunigte. Die übrigen genannten Reizmittel haben alle die Wirkung, daß sie, in mäßigem Grade mit den Pflanzen in Verbindung gebracht, sowohl das Wachsthum derselben befördern, als auch die Bewegungen der Theile sensitiver Pflanzen, wie der Blätter von Hedysarum gyrans, lebhafter machen.

Mittel, welche die Reizbarkeit der Pflanzen schwächen, sind: heftige elektrische Schläge, Sonnenstrahlen, Opium, zu große Wärme, kohlensaures Gas, Stickstoffgas. Die Haupturſache der reizmindernden Eigenschaft dieser Stoffe, von denen ein großer Theil auch unter den Beförderern der Irritabilität angetroffen werden, ist das Allzuviel, und öftere Wiederholung eines Reizes nimmt dem Gewächse seine Irritabilität, wie dieses Girtanner von den Thieren beobachtet hat. Die Wirkung zeigt sich an dem Ermatten der Pflanzen, dem Sinken der vorher straff gerichteten Blätter, dem Aufhören der Beweglichkeit sensitiver Pflanzentheile.

Auf die Untersuchung der Reizbarkeit der festen Pflanzentheile folgt die der Reizbarkeit der Flüssigkeiten, denn jeder organische Körper enthält Bestandtheile von beiden Aggregatzuständen, und es ist bisher so wenig eine Flüssigkeit gefunden worden, die für sich Lebensthätigkeit äußert, als ein fester Körper ohne alle Flüssigkeiten dieses vermag. Die Lebenskraft ist bei den Flüssigkeiten verschiedener Geschöpfe verschieden, ihre Eigenwärme, d. i. die Wärme, um welche sie die umgebenden Medien überragen, nimmt ab, wenn man von den Vögeln auf die Säugethiere, Fische, dann auf die Pflanzen übergeht, und ebenso verhält es sich mit den Aenderungen, welche die Flüssigkeiten nach dem Tode des Individuums erleiden. Der Saft der Pflanzen

1) Auf diesen Versuch kam Humboldt, als er den Einfluß des Sauerstoffs als Reizmittel der Pflanzen untersuchen wollte, denn damals hielt man das Chlorwasser, wie schon der Name oxygenirte Kochsalzsäure andeutet, für eine sehr sauerstoffreiche Verbindung. Das Phänomen, daß die Samen in Chlorwasser so schnell keimen, machte sehr großes Aufsehen und fand seinen Weg in die verschiedensten Zeitschriften. Der Entdecker kam in seinen nachmaligen Schriften wiederholt darauf zurück. In seinem Werke über die chemische Zerlegung des Luftkreises widmet er ihm noch einen eigenen Abschnitt, in dem er erwähnt, daß die befördernde Wirkung der oxygenirten Kochsalzsäure nur so lange dauert, als das Keimen währt, da die gekeimten Pflanzen in derselben in Folge des Ueberreizes an Bleichsucht dahin sterben.

kommt dem weißen und kalten Blute der Würmer am nächſten, denn da er ſich nach dem Austritte aus den Gefäßen nur wenig ändert, ſcheint er faſt ſchon nach den Geſetzen der chemiſchen Verwandtſchaft gebildet zu ſein. Die Bewegung des Saftes iſt in den Pflanzen viel langſamer als in den Venen der Thiere, iſt jedoch je nach Klima, Witterung, Geſundheitszuſtand und Alter in derſelben Pflanze verſchieden. Aus einerlei Saft, der durch die Saftgefäße aus den Wurzeln dem Körper zugeführt wird, werden alle Flüſſigkeiten deſſelben gebildet. Was die Wärme anbelangt, ſo ſcheint es Humboldt nicht unwahrſcheinlich, daß die Pflanzen Wärmeſtoff aus der ſie umgebenden Luft aufnehmen, den ſie mit Sauerſtoff verbunden unter Einwirkung des Luftreizes wieder aushauchen. Daher der kühle Schatten, den uns die Bäume geben.

Die vorſtehenden Sätze ſind Humboldts „Aphorismen aus der chemiſchen Phyſiologie der Pflanzen" entnommen; dieſes Werk erſchien im Jahr 1793. Humboldt ſcheint bei Abfaſſung des Buches die Unterſuchungen Galvani's noch nicht gekannt zu haben, was allerdings, da die Forſchungen beider Gelehrten ziemlich gleichzeitig waren, nicht gut möglich ſein konnte; doch ſehen wir aus dem Werke: „Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaſer", das 1797 erſchien und an dem er mehrere Jahre arbeitete, daß er ſich ſehr bald der durch Galvani's Forſchungen angeregten Ideen bemächtigte.

Durch Zufall hatte im Jahr 1790 Aloyſius Galvani, Profeſſor der Anatomie zu Bologna, die Entdeckung gemacht, daß die ihrer Haut beraubten Füße friſch getödteter Fröſche unter dem Einfluſſe der Elektricität in ein ſehr bedeutendes convulſiviſches Zucken gerathen. Begierig aufzufinden, welche Einwirkung die atmoſphäriſche Elektrieität auf die Fröſche ausübe, durchſtach er ihr Rückenmark mit einem metallenen Häkchen und hing ſie an dem eiſernen Geländer des Gärtchens, welches ſeine Wohnung umgab, auf. Die Fröſche zuckten von Zeit zu Zeit, allein nicht nur, wenn es blitzte, ſondern auch bei ruhigem Wetter, welch letztere Erſcheinung von dem elektriſchen Zuſtande der Luft abzuleiten Galvani nicht gelingen wollte. Im Verlaufe ſeiner Unterſuchungen legte er in einem verſchloſſenen Zimmer einen Froſch auf eine eiſerne Scheibe und ſah, als er den in das Rückenmark geſenkten Haken an das Eiſen gebracht hatte, die nämlichen Bewegungen entſtehen. Bei der Anwendung anderer Metalle war der Erfolg der nämliche, außer, daß nach der Verſchiedenheit derſelben die Zuſammenziehungen bald ſtärker waren, bald ſchwächer. Benutzte er Nichtleiter der Elektricität ſtatt des Metalles, ſo blieben die Erſcheinungen aus; dagegen zeigte ſich, daß

es nicht unumgänglich nöthig sei, daß die Musculatur und die Nerven des Frosches gleichzeitig und unmittelbar das Metall berühren, sondern daß man auch andere Körper dazwischen einschalten könne, wenn diese nur das Vermögen haben, die Elektricität zu leiten. Als er nämlich mit der einen Hand einen zubereiteten Frosch an dem durchs Rückenmark gestochenen Haken so hielt, daß dessen Füße eine silberne Schale berührten, mit der andern Hand aber die Schale unmittelbar, oder vermittelst eines metallenen Gegenstandes faßte, so gerieth das Thier in heftige Bewegung. Diese Bewegung unterblieb, wenn er die Schale berührte, während ein Anderer den Frosch hielt, sie erfolgte aber, wenn beide sich anfaßten. Geschah letzteres nicht unmittelbar, sondern schalteten sie eine Glasstange zwischen sich ein, so geschah keine Zusammenziehung, wohl aber, so oft sie die Glasstange durch einen eisernen Cylinder ersetzten. Galvani erklärte diese Reihenfolge von Erscheinungen mit Zuhülfenahme einer neuen Quelle von Elektricität, der thierischen. Der Nerv sollte, vermöge eines Actes der Lebenskraft positiv, der Muskel negativ elektrisch, und beide Elektricitäten, wie in den Leydner Flaschen in der Weise getrennt sein, daß sie an dem gegenseitigen Uebertritte zueinander gehindert wären. Dieser Uebergang finde statt, wenn man Muskel und Nerv durch ein Metall oder einen andern Elektricitätsleiter verbinde, und dadurch werde die Bewegung des Froschschenkels hervorgerufen.

Es konnte nicht fehlen, daß das galvanische Experiment dem Sturme der Zeit zum Trotze häufig wiederholt wurde, denn man hoffte, wie schon so oft, daß der hier beobachtete Zusammenhang zwischen Elektricität und Muskelbewegung einen tiefen Blick ins Innere der Natur gestatten werde. Die Untersuchung dieser Erscheinung beschäftigte die Naturforscher jener Zeit um so mehr darum in hohem Grade, als man sich damals überhaupt mit der Reizbarkeit viel beschäftigte, und hier ein neues Mittel, Reize hervorzubringen, geboten war. Die Erklärung Galvani's wollte bei dem anwachsenden Material der Erscheinungen nicht mehr genügen, und bald machte dieser, bald jener Beobachter seinen Anbau an das Gebäude des italienischen Naturforschers.[1] Einen vollkommenen Gegensatz zu dieser Theorie bildete bald die von Alexander Volta veröffentlichte, denn die Ursache der Erscheinung, sowie der Ort ihres Entstehens sind nach ihm ganz andere.

Steckt man in das Rückenmark eines Frosches einen Metallstift und verbindet man die Musculatur des Thieres mit dem Stifte durch ein anderes

1) Eine vollständige Zusammenstellung der Literatur des Galvanismus von der Entdeckung bis 1800 findet sich in der Revision der Literatur für die Jahre 1785—1800 in den Ergänzungsblättern zur allg. Lit. Zeitung II. Nr. 119 u. ff.

Metall, das beide berührt, so fängt der Frosch an, sich zusammenzuziehen, und diese Wirkung kann längere Zeit hindurch wiederholt werden. Galvani setzte die Ursache, wie bereits erwähnt, in das Thier und betrachtete das Metall als bloßen Leiter, als Weg, den die Elektricität einschlage, um vom Nerv zum Muskel und umgekehrt zu kommen. Volta dagegen legte den Ursprung der Erscheinung in die Verschiedenheit der Metalle oder auch anderer zwischen Muskel und Nerv eingeschalteter Körper, an deren Verbindungsstelle Elektricität entwickelt und dann durch das Thier als Leiter fortgepflanzt werden sollte. Von dem einen Metalle strömt nach Volta die eine Elektricität, von dem andern Metalle die andere aus und entgegengesetzte Wege gehend, begegnen sich beide im Thiere, das als ein ganz empfindliches Mittel, die Elektricität anzuzeigen, zu betrachten ist. Allenfallsige Zuckungen der Frösche bei Anwendung eines einzigen Metalles wurden nach Volta dadurch erklärt, daß diese Gleichartigkeit nur scheinbar und in der Härte sowohl als Reinheit des Metalles an den beiden Enden ein Unterschied sei. Es muß sowohl nach Galvani's als auch nach Volta's Theorie jedesmal eine leitende Verbindung zwischen den Bestandtheilen des ganzen Apparates (der Kette) Nerv, Muskel und Metall, welch letzteres die beiden ersteren berührt, oder Metall A, Metall B und Thier, das wieder mit A und B in Verbindung steht stattfinden, (die Kette geschlossen sein), wenn ein Zucken des Frosches eintreten soll, und letzteres bleibt aus, wenn das letzte Glied der Reihe mit dem ersten nicht verbunden ist.

Als in den ersten Jahren die Ansichten der Naturforscher über unsern Gegenstand getheilt waren und es fast so viele Theorien als Beobachter gab, Theorien, die bald mehr auf der einen Seite waren, bald mehr der andern sich zuneigten, oder eine Vermittlung zwischen den beiden Extremen Galvani und Volta zu Stande zu bringen suchten, war Alexander v. Humboldts Ansicht eine Modification der Galvani's. Man findet dieses bereits auf den ersten Seiten seines Werkes, „Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser", denn er weist die Benennung Metallreiz für die in Rede stehenden Erscheinungen zurück, da die Metalle (entgegen der Ansicht Volta's) nicht nur nicht die Hauptsache seien, sondern sogar ganz umgangen werden können, während nur mit Empfindungsfibern versehene Stoffe erregt werden können. Die strenge Volta'sche Theorie beruhte auf dem Nichteintreten der Zuckungen bei der Nichtanwendung zweier sich berührenden heterogenen Metalle, während Humboldt dasselbe aus zu geringer Reizbarkeit der thierischen Substanz ableitet, da er fand, daß, wenn die zwei Metalle einander nicht unmittelbar berührten, sondern etwa durch einige

Cubiklinien Muskelfleiſch getrennt waren, die Zuckungen bei ſehr lebhaften Thieren eintraten, bei abnehmender Reizbarkeit aber verſchwanden. Er ſuchte daher, wie er es früher bei den Pflanzen gethan hatte, nach Mitteln, die im Stande wären, die Reizbarkeit zu erhöhen, und fand ſolche in der wäßrigen Auflöſung des kohlenſauren Alkali's und in der oxygenirten Kochſalzſäure, während Säuren und Alkohol eine Verminderung der Thätigkeit hervorriefen. Tauchte er den Nerv des Thieres in die Reizmittel, ſo traten die Erſcheinungen ein, auch wenn die heterogenen Metalle ſich nicht unmittelbar berührten. Er beobachtete ſogar, daß bei ſehr reizbaren Thieren Zuckungen eintraten, wenn er unter Umgehung jeden Metalles einen Muskel mit dem entblößten Nerven in Berührung brachte.

Um die Conſtruction der jeweiligen Apparate leicht erkenntlich zu machen, führte Humboldt eine eigene Zeichenſprache ein, deren Grundzüge hier einen Platz finden mögen. Ein angewandtes Metall- oder auch kohlenhaltiges Stück, da die Kohle ſich wie ein Metall verhält, führt den Buchſtaben P, ein zweites, wenn es aus dem gleichen Metalle beſteht, P, wenn nicht p. PP bezeichnet mithin 2 ſich berührende Stücke von gleichem, Pp von ungleichem Material. Feuchte thieriſche und vegetabiliſche Theile, Muskelfleiſch, Waſſer, naſſes Tuch u. ſ. w., die nach der Volta'ſchen Theorie nicht als Erreger der Elektricität, ſondern als bloße Leiter dienen, führen, wenn ſie gleichartig ſind, die Zeichen HH, wenn nicht Hh. Sind die einzelnen Theile des Apparates mit einander in Berührung, ſo ſtehen ihre Zeichen nebeneinander oder ſind durch einen Strich mit einander verbunden, und geht der Strich von einem Endgliede zum andern, ſo iſt der erſte Beſtandtheil des Apparates mit dem zweiten, dieſer mit dem dritten u. ſ. w., der letzte endlich einerſeits mit dem vorletzten, andererſeits mit dem erſten in Berührung. Die Kette iſt alſo geſchloſſen. Kommt bei einer Zuſammenſtellung das Zucken zum Vorſchein, ſo wird das Zeichen +, wenn nicht, das Zeichen — vorangeſetzt.

Von den verſchiedenen Verſuchen, die Humboldt gemacht hat, ſetzt er nachſtehende Reſultate zuſammen.

1. Zuſtand hoher Reizempfänglichkeit.

\+ Nerv und Muskel.
\+ Nerv, Muskel H.
\+ Nerv Hh.
\+ Nerv PP[1].

1) Hier iſt alſo die Kette nicht geſchloſſen und nur der Nerv, nicht aber der Muskel, berührt das eine Metall.

+ Nerv Muskel P.
+ Nerv P'.
+ Nerv PII.
+ Nerv Muskel PpP.
+ Nerv Muskel PHp.
+ Nerv Muskel PIIpIIP.

2. Zuſtand mindererer Reizempfänglichkeit.

+ Nerv Muskel Pp.
+ Nerv Muskel PpPp.
+ Nerv Muskel PHPpHp.
+ Nerv Muskel PpIIp.

3) Negative Reſultate liefern bei geringerer Reizbarkeit die Zuſammenſetzungen.

— Nerv hII.
— Nerv PP.
— Nerv P.
— Nerv Muskel PpP.
— Nerv Muskel PIIp.
— Nerv Muskel PHpHP.

Aus dieſer Zuſammenſtellung folgt, daß bei minderer Reizempfänglichkeit nur diejenigen Combinationen wirken, bei denen zwei auf einander folgende Glieder einer Reihe Metalle heterogen ſind. Dieſe Fälle ſind es, die nach der ſtricten Theorie Volta's allein thätig ſind, während Humboldt für den Fall höherer Reizbarkeit noch die unter 1) aufgeſtellten Schemata als von Erfolg begleitet angibt.

Nach Volta entſteht, wie bereits erwähnt, die Elektricität da, wo zwei heterogene Metalle oder Kohle und Metall ſich berühren, und die andern (nicht metalliſchen) Körper mit Einſchluß von Nerv und Muskel dienen als Leiter oder doch nur in ſehr untergeordnetem Grade als Erreger der Electricität; Volta machte daher den Unterſchied zwiſchen Excitatoren der erſten und zweiten Klaſſe; Humboldt ſchlägt dafür die Benennungen Zwiſchenglieder erſter und zweiter Klaſſe vor, denen als wirkſamen die iſolirenden oder ſtörenden Subſtanzen gegenüber ſtehen, weil ſie, in einer Kette irgendwo eingeſchaltet, jeden Erfolg verhindern. Als wirkſame Zwiſchenglieder führt er eine lange Reihe von Stoffen an, an deren Spitze die regu-

1) Zwei Punkte des Nervens werden von demſelben Metallſtücke berührt.

liniſchen Metalle und die Kohle ſtehen, und die durchaus von Körpern gebildet wird, welche heutzutage als Leiter und Halbleiter der Elektricität in den Lehrbüchern der Phyſik vorkommen, während wir die heutigen Nichtleiter der Elektricität als ſtörende Glieder aufgezählt finden. Als Humboldt ſeine Unterſuchungen machte, mußten dieſe zwei Klaſſen von Körpern erſt geſucht werden, da man damals bei der Neuheit des Gegenſtandes unmöglich die Eigenſchaften jedes einzelnen a priori beſtimmen konnte und unſere gegenwärtige Kenntniß derſelben eben aus den früheren Erfahrungen ſtammt, zu denen Humboldt einen weſentlichen Beitrag leiſtete.

Man findet in dem Humboldtſchen Werke einen reichen Schatz von Beobachtungen über die Einwirkung des Galvanismus auf die Körper der organiſchen Welt, in deren Detail einzugehen ich vermeiden will. Nirgends findet man in den damaligen Schriften eine ſolche Maſſe von Thatſachen, und die Humboldtſche Arbeit war damals eine wirklich hervorragende. Es ſoll hier nur angeführt werden, daß die Pflanzen unter dem Einfluſſe des Galvanismus keine Erſcheinungen geben, die ſich nicht auf einen mechaniſchen Reiz reduciren ließen, daß dagegen die ſämmtlichen Thierklaſſen Wirkungen der mannichfaltigſten Art zeigen. Je größer die Eigenwärme der einzelnen Thiere, um ſo ſchneller erliſcht nach erfolgtem Tode in der Regel die Reizbarkeit, die um ſo länger dauert, je kleiner das Gehirn und je größer die Nerven des Thieres ſind, während der Grad der Lebhaftigkeit vor dem Tode das entgegengeſetzte Verhalten nach demſelben zu beobachten pflegt.

Bei den Menſchen äußert ſich die galvaniſche Wirkung auf mehrere Arten, von denen die eine, eine blitzähnliche Erſcheinung in den Augen, nach Humboldt auf viererlei Weiſen erzielt werden kann. Man ſieht eine Lichterſcheinung, wenn man beide Augen mit verſchiedenen Metallen, etwa einer Kupfer- und einer Silbermünze, bedeckt und dieſelben mit einem Metallſtücke unter ſich verbindet; man kann aber auch die zwei Metalle an die Naſenhöhle und ein Auge, an Zunge und Auge oder an die Zunge und die ſpongiöſe Subſtanz der Oberzähne bringen, und wird das Leuchten ebenſo wahrnehmen. Der letztere Verſuch iſt darum intereſſant, weil hier das Auge gar nicht berührt wird; er erklärt ſich aus den Verzweigungen der Nerven. Perſonen, deren eines Auge zerſtört und vertrocknet iſt, ſehen die blitzähnliche Erſcheinung deutlich an dem geſunden Auge. Auch die Naſe iſt nicht unreizbar. Monro in Edinburg war ſo empfindlich, daß er aus der Naſe blutete, wenn er Zink ganz leiſe in das Naſenloch ſchob, und damit die Zungenarmatur, (ein auf der Zunge liegendes von Zink verſchiedenes Metall) berührte.

Ein weiteres durch Galvanismus erregbares Sinnesorgan iſt der Ge-

ſchmack. Der darauf bezügliche Verſuch iſt der unter allen galvaniſchen am längſten bekannte, da er älter iſt als die Beobachtung Galvani's von den Zucken der Fröſche, der aber vorher nicht näher unterſucht wurde, denn bereits 1760 machte Sulzer die Entdeckung, daß Blei und Silber unter ſich und mit der Zunge in Berührung gebracht, einen beſondern Geſchmack verurſachen. Volta hat dabei eine Verſchiedenheit des erregten Geſchmackes nach Verſchiedenheit der Armatur, einen ſäuerlich-brennenden und einen alkaliſch-bittern angegeben. „Wenn dieſer Unterſchied in der Natur auch nicht ſo beſtimmt iſt, ſagt Humboldt, als es jene Worte ausdrücken, ſo iſt er doch immer vorhanden und nicht in bloßer Abſtufung der Stärke und Schwäche begründet. Merkwürdig iſt es, daß bei dieſem Experimente außer den Geſchmacksorganen zugleich auch wie bei dem Genuſſe heißer Speiſen das Gefühl afficirt wird. Die brennende Empfindung, welche eine breite Silberfläche unter und Zink über der Zunge hervorbringt, iſt ſchlechterdings eine Erſcheinung des letztern Sinnes, denn man bemerkt das Brennen vollkommen in der Lippe, wenn man dieſe nebſt der Zunge armirt. Dagegen wird Kälte erregt, wenn man die hintere obere Fläche der Zunge mit Zink, die untere vordere mit Silber armirt, ja die Empfindung der Kälte nimmt zu, wenn man mit dem Zinke tiefer gegen die Zungenwurzel fortſchreitet. Setzt man das Galvaniſiren an dieſer Stelle lange fort, ſo erregt der Reiz eine Uebelkeit, welche bis zum Erbrechen vermehrt werden kann. Man glaube nicht, daß dieſe Uebelkeit Folge des mechaniſchen Reizes ſei, denn homogene Metalle kann man unter ähnlichen Umſtänden lange Zeit appliciren, ohne daſſelbe Gefühl zu erregen."

A. v. Humboldt war der Erſte, der galvaniſche Verſuche an ſich ſelbſt an eigens dazu durch Blaſenpflaſter hervorgerufenen Wunden machte. Als beide Blaſen aufgeſchnitten waren, quoll wie gewöhnlich die lymphatiſchſeröſe Feuchtigkeit ungefärbt herab. Wo ſie den Rücken berührte und antrocknete, ließ ſie nichts als einen ſchwachen Glanz zurück, der durch Waſchen ſogleich vernichtet wurde. Die eine Wunde wurde mit Silber bedeckt, und dieſes mit Zink verbunden. Kaum war dieſes geſchehen, ſo wurde unter ſchmerzhaftem Brennen neue Flüſſigkeit hervorgelockt. Dieſe Feuchtigkeit erſchien aber zum Erſtaunen aller Umſtehenden nicht weiß und gutartig, ſondern in wenigen Secunden rothgefärbt, und entzündete, wo ſie herablief, den Rücken mit blutrothen Striemen. Die von dem Galvaniſiren herrührende Empfindung, die durch die gewöhnlichen Reizmittel ſich erhöhen ließ, erklärt Humboldt für einen von dem durch Elektriſiren entſtandenen ganz verſchiedenen, eigenthümlichen Schmerz. Er unterſcheidet heftiges Pochen und einen ordentlichen Druck mit anhaltendem Brennen verbunden.

Nach der Beſprechung der verſchiedenen Beobachtungen wendet ſich unſer Gelehrter zur Erklärung der Erſcheinungen. Er vergleicht die vorhandenen Theorien, als deren Ausgangspunkte die bereits beſprochenen Anſichten Galvani's und Volta's zu betrachten ſind mit den Erſcheinungen, und findet, daß keine der erſtern vollkommen genüge, die letztern zu erklären. Er widerſpricht Galvani, der Nerv und Muskel mit beiden Belegen einer Leydner Flaſche verglich, und die eine Elektricität dem Nerv, die andere dem Muskel zuſchrieb, da man durch Berührung des Nerven an zwei geſonderten Stellen, alſo unter Umgehen des Muskels, die Zuckungen hervorrufen kann, aber er opponirt auch Volta, da man auch mit Umgehung der Metalle ſehr reizbare Thiere zu erregen vermag, ja mitunter (und darauf legt er beſonderes Gewicht) wie in dem Falle Nerv PP die Kette gar nicht zu ſchließen braucht, eine Maßregel, die nach Volta unbedingt nothwendig iſt. Er kommt zu dem Schluſſe, daß der Stimulus in dem galvaniſchen Phänomen in den Organen ſelbſt liege und daß die Metalle ſowohl, als auch andere Stoffe, welche bisweilen auch als Glieder der galvaniſchen Kette auftreten, eine ſecundäre Rolle dabei ſpielen. Er vermuthet ein Anwachſen der Wirkung einer Thätigkeit mit der Vergrößerung der Hinderniſſe, die ſie überwinden muß. Um dieſes klar zu machen, ſei mir geſtattet ein Beiſpiel anzuführen. Oberhalb einer Barriere befinde ſich Waſſer. Da das Hinderniß letzteres nicht abfließen läßt, ſammelt dieſes ſich an, und erlangt dadurch einen höhern Stand. Endlich wird die Barriere überfluthet, aber je höher ſie iſt, eine um ſo ſtärkere Wirkung wird die Aufſtauung ausüben. Humboldt beruft ſich auf die Erfahrung, daß man Schießpulver vermittelſt einer Leydner Flaſche nur dann entzünden kann, wenn die Electricität zuerſt durch (Hinderniſſe bietendes) feuchtes Holz gegangen iſt, und er nimmt an, daß in den Nerven ſich ein Fluidum (ein bewegliches Etwas) entwickle, das er für von dem der Reibungselektricität abweichend hält, weil es verſchiedene Gegenſtände, wie heißes Glas, die Flamme u. ſ. w., nicht durchdringen kann, was jedoch letzteres vermag, und daß dieſes galvaniſche Fluidum bei ſeinem Ueberſtrömen in andere Körper Hinderniſſe finde, deren Größe der der Zuckungen entſpricht, die daher, wenn es ſich um den Uebertritt von einem Metalle zum andern handelt, am bedeutendſten iſt. Er lehrte ferner, daß jede galvaniſche Erſcheinung von chemiſchen Veränderungen begleitet ſei, und daß das galvaniſche Fluidum ſich mit den Elementen der Muskelfaſer verbinde, wodurch Zerſetzungen und Contractionen entſtehen. Bei den willkürlichen Muskelbewegungen gehe zu gleicher Zeit mit dem Willen in dem Seelenorgane (dem Gehirne) ein chemiſcher Proceß vor, wodurch galvaniſches

Fluidum abgeſchieden und in den Nerv geleitet werde. Geht mithin durch einen Act des Willens galvaniſches Fluidum auf die Nerven über, ſo findet gleichzeitig ein chemiſcher Proceß ſtatt und der betreffende Muskel wird contrahirt, ſo lange der Uebertritt dauert. Unſer Forſcher hält es für wahrſcheinlich, daß ein chemiſcher Proceß mit unſerm Denken verbunden ſei. Doch verwahrt er ſich entſchieden dagegen, als erkläre er das Denken ſelbſt durch eine Conſumtion grober oder feiner Stoffe, weil dieſes auf einen Materialismus führen würde, der ſich nicht verantworten ließe.

Neben den galvaniſchen Reizen beſtehen wie bei den Pflanzen auch bei den Thieren die durch mechaniſche und chemiſche Mittel hervorgerufenen. „Erregbarkeit im weitläufigern Sinne des Ausdrucks bezeichnet (ſo ſagt Humboldt II. 126 u. ff.) die Fähigkeit, durch äußere Einwirkungen verändert zu werden. In dieſem Sinne konnten unorganiſche Stoffe ebenfalls erregbar genannt werden. Flüſſigkeiten, in denen geſchwefeltes Laugenſalz oder gebrannte Kalkerde aufgelöſt iſt, werden durch das Oxygen oder durch die Kohlenſäure der Atmoſphäre verändert. Sind ſie ſorgfältig bereitet, ſo werden ſie von dem Zutritte der kleinſten Quantitäten afficirt."

„Wird ein unorganiſcher Stoff A durch eine äußere Beimiſchung B modificirt, ſo bringt nachmals ein ähnliches B nicht wieder dieſelbe Veränderung in A hervor; wird dagegen die belebte Thier- oder Pflanzenfaſer von irgend einem Stimulus afficirt, ſo tritt eine ähnliche Reizung ein, wenn derſelbe Stimulus nach Verlauf einiger Zeit wieder angewandt wird. Die organiſche Natur hat die Fähigkeit, ſich ſelbſt erregbar zu erhalten. Dieſe Erhaltung iſt es, auf welcher das Leben aller Thier- und Pflanzenſtoffe beruht, zu welcher alle chemiſchen Lebensproceſſe hinführen, und welche als das wichtigſte Object aller phyſiologiſchen Unterſuchungen zu betrachten iſt."

„Die Erregbarkeit einer Pflanze oder eines Thieres iſt nach zwei Beziehungen, der Quantität und Qualität, verſchieden. Da beide im Ganzen aus einerlei Stoffen zuſammengeſetzt, ſo müſſen beide allerdings auch einerlei Ziehkräften folgend, für einerlei Reize empfänglich ſein. In der That gibt es kaum eine Subſtanz, welche auf Thiere oder Pflanzen allein wirkte."

„Die Fähigkeit, von Reizen afficirt zu werden, hängt von den Beſtandtheilen der erregbaren Materie und ihren Ziehkräften gegen die reizenden Stoffe ab. Je weiter dieſe Beſtandtheile von dem Zuſtande der Sättigung entfernt bleiben, je geringer und leicht zerſtörbarer das Gleichgewicht ihrer Kräfte iſt, je geſpannter die Affinitätsverhältniſſe ſind, deſto reizempfänglicher werden ſie ſich zeigen. Man kann ihren Zuſtand mit dem gewiſſer chemiſcher Auflöſungen vergleichen, aus denen bei der geringſten Veränderung der

Temperatur, bei dem schwächsten Zutritte von Sauerstoff oder Kohlensäure die gelösten Salze oder Metallkalke sich ausscheiden. Nach dieser Vorstellungsart wird erklärlich, wie jede Mischungsveränderung der belebten Materie den Irritabilitätszustand derselben modificiren muß. Wird durch Fleisch- oder Fischnahrung oder durch alkalische Solutionen die Menge des Azots, durch Genuß von Wein oder Kampher die Menge des Hydrogens in dem thierischen Körper vermehrt, so steigt seine Erregbarkeit in eben dem Maße, als Azot und Hydrogen die stärksten Ziehkräfte gegen Sauerstoff, Phosphor, Kohlenstoff und alle andern in die thierische Schöpfung einwirkenden Substanzen äußern. Nimmt mit zunehmendem Alter die Masse der Erdarten in der Fiber und den sich ausfüllenden Gefäßen zu, so leidet die Reizempfänglichkeit des Ganzen, weil die Ziehkräfte der Erdarten gegen äußere Reize minder stark als die des Stickstoffes, des Kohlenstoffes oder des Phosphors sind. Dagegen steigt die Erregbarkeit der Organe, wenn die Menge ihrer flüssigen Bestandtheile im Verhältniß zu den festen vermehrt wird. Der Grund dieser Erscheinung liegt wieder in dem Zusammenhange zwischen Reizempfänglichkeit und chemischer Verwandtschaft. Corpora non agunt nisi fluida, und je saftreicher der organische thierische und Pflanzenkörper ist, desto leichter wird er von äußern Reizen afficirt, desto schneller erfolgen die chemischen Mischungsveränderungen, welche äußere Stoffe in ihm hervorbringen. Wenige Tropfen Alkohol sind hinlänglich, die gallertartige Baumtremelle wie die Meduse des Meeres zu vernichten. Kein Stoff in der Natur wird erregbar gefunden, welcher nicht aus festen und flüssigen Theilen zusammengesetzt ist. Ein blos starrer Körper könnte allerdings eine organische Aneinanderreihung seiner Elemente zeigen. Aber die chemischen Lebensprocesse, durch welche ein Organ das andere beschränkt (modificirt), durch welche alle den eigentlichen Charakter des Organismus, sich wechselseitig als Zweck und Mittel zu verhalten, äußern, die Empfänglichkeit für Reize, die Fähigkeit, sich selbst erregbar zu erhalten und eine eigene Temperatur zu geben — dieses Alles müßte ihm fehlen."

„Die Stärke, mit welcher äußere Stoffe (Arznei, Speise) als Reizmittel wirken, hängt von den Affinitäten ab, welche ihren Elementen gegen die der organischen Materie eigenthümlich sind."

„Die Producte der heißen Klimate, besonders die Erzeugnisse der Tropenvegetation, gehören zu den stärksten und wirksamsten Reizmitteln. Je heißer das Klima, je stärker die verbundenen Reize des Lichtes und der Wärme auf die Pflanzen einwirken, desto thätiger ist die Pulsation der Gefäße, desto kräftiger sind die Verrichtungen der Nutrition, Respiration und Secretion, desto lebhafter werden die Lebensprocesse überhaupt vollendet. Hängt es nun von allen diesen

Functionen ab, daß der Pflanzenkörper dem ewigen Streben der einwirkenden Reize, ihn durch Sättigung unerregbar zu machen, glücklich entgegengekämpft, so erhellet von selbst, daß die einzelnen Theile dieses Pflanzenkörpers um so reizender (ätzender) sein müssen, je energischer jene Functionen vollbracht werden. Freilich erzeugen sich eben diese wirksamen Mischungen einzeln auch in dem gemäßigten Himmelsstriche; was aber bei uns die organischen Kräfte nur in wenigen Gattungen hervorbringen, das ist in der Tropenwelt durch ganze und zahlreiche Familien verbreitet. Aehnliche Betrachtungen lassen sich über die Medicinalkräfte der Alpengewächse anstellen."

Was die Humboldtschen Arbeiten über die Reizbarkeit besonders auszeichnet, ist, wie bereits erwähnt, die außerordentliche Menge von Versuchen, die darin enthalten sind, und die Frucht davon war nicht nur die Auffindung neuer reizbarer Organe, sondern auch die Bestimmung der Einwirkung einer großen Menge von Reizmitteln, denn vor ihm waren verhältnißmäßig wenige der chemisch-reizenden Stoffe genauer untersucht. In den früheren Systemen, namentlich in dem Brown's, war angenommen, daß ein Reizmittel ein gegebenes Organ zu irgend einer Gegenwirkung veranlasse, es reize, dagegen es bei öfterer Wiederholung in einen Zustand der Unerregbarkeit oder Schwäche versetze, aus dem es entweder gar nicht mehr, oder erst nach einiger Zeit der Ruhe zurückkomme, und in dem es, wenn ja, nur durch Anwendung noch stärkerer Reizmittel noch ein Zeichen der Erregbarkeit gebe. Zwar waren schon Zweifel hiergegen erhoben worden, man hatte die Ansicht ausgesprochen, daß es wohl Mittel geben könne, welche die Reizbarkeit eines Organes herabstimmen können, ohne es vorher überreizt zu haben, doch hat erst Humboldt die Existenz solcher Mittel nachgewiesen. Ich erinnere hier an die bereits oben (S. 29 f.) erwähnte Eigenschaft der Säuren und des Alkohols. Michaelis fand bei Wiederholung der Humboldtschen Versuche, daß bei abwechselnder Anwendung von Opiumtinctur und Arsenik die Irritabilität elfmal aufgehoben und wiederhergestellt werden konnte.

Schon seit den frühesten Zeiten der Naturwissenschaften war man gewohnt, irgend einen materiellen Stoff als das Triebrad der Maschine der organischen Wesen zu betrachten; Aether, Luft, Wärme u. s. w. theilten sich abwechselnd in diese Rolle. Als nun 1770 Priestley den Sauerstoff entdeckte und man bald darauf die große Bedeutung desselben im Haushalte der organischen Körper fand, war es ganz natürlich, daß man in diesem Gase den Regulator der Hauptthätigkeit, der Reizbarkeit, zu erkennen glaubte, was auch viel dazu beigetragen haben mag, ihm den Namen Lebensluft

zu geben. Wir finden in der oben angeführten Theorie Girtanners dieſe Anſicht ausgebildet; wenn dieſelbe aber auch viele und gewichtige Anhänger zählte, ſo war ſie doch darum nicht die alleinige, denn es wurden auch Stimmen laut, welche ſich weigerten, den Sauerſtoff als den alleinigen Lebenserhalter anzuerkennen. Auch Humboldt iſt unter dieſen, denn er erkennt zwar an, daß der Sauerſtoff als ein ſehr wichtiges Reizmittel zu betrachten ſei, er verwahrt ſich dagegen ausdrücklich davor, ihn als Anfang und Ende alles Lebens hinzuſtellen. Die Grundlage ſeines Syſtems iſt das Zuſammenwirken aller der Stoffe, welche die organiſchen Körper zuſammenſetzen, auf einander, zum Unterſchiede von der alleinigen Wirkung des Sauerſtoffs auf die geſammten übrigen. Dieſe Grundlagen, die wohl von keinem andern Forſcher vor Humboldt mit ſolcher Klarheit und Beſtimmtheit ausgeſprochen wurden, wie wir es in den oben angeführten Sätzen ſehen, entſpricht auch den Anſichten des größten Theiles der heutigen Naturforſcher. Auch die galvaniſchen Erſcheinungen reducirt Humboldt auf chemiſche Wirkungen, während er die Theorie Volta's, nach der dieſelben aus der Berührung abzuleiten ſind, nicht annimmt. Seine Anſichten und Verſuche wurden von vielen Deutſchen, ſowie auch von einer, von dem Nationalinſtitut zu Paris eigens mit Unterſuchung der galvaniſchen Erſcheinungen beauftragten Commiſſion wiederholt und beſtätigt; doch widerſprach ihnen Pfaff, ein eifriger Anhänger der Contactlehre, da ſie auf zu viele Hypotheſen gegründet ſeien. Im Jahre 1799, alſo nach Veröffentlichung des Humboldtſchen Werkes, entdeckte Volta, daß man die galvaniſchen Erſcheinungen mit aus je zwei verſchiedenen Metallen beſtehenden Plattenpaaren, die nur durch einen naſſen Körper von einander getrennt ſind, mit dem Apparate, der unter dem Namen der Volta'ſchen Säule bekannt iſt, in viel ſtärkerem Maße erzielen könne, und daß es möglich ſei, ſie mit gänzlicher Umgehung reizbarer Stoffe zu erhalten. Nun ging es von Entdeckung zu Entdeckung, und darüber wurde die phyſiologiſche Erklärung des Phänomens, der auch Humboldt ſich zugeneigt hatte, gänzlich in den Hintergrund gedrängt, denn in den Ketten war gar kein organiſcher Körper mehr enthalten. Nicht ſo ganz ging die Theorie Humboldt's verloren, daß die chemiſchen Einwirkungen bei dem Galvanismus, wie die Geſammtheit der Erſcheinungen noch immer heißt, eine hervorragende Rolle ſpielen. So z. B. erklärte ſich Ritter für die chemiſche Theorie, und in den dreißiger Jahren des gegenwärtigen Jahrhunderts entſpann ſich ein lebhafter Streit zwiſchen den erſten Notabilitäten der Phyſik, von denen die einen, wie de la Rive, Faraday, behaupteten, es gebe keine galvaniſche Wirkung

ohne chemiſche Proceſſe, während Pfaff, Fechner u. ſ. w. der Contact-theorie treu blieben. Dieſer Streit, der übrigens ſehr viel zur Bereicherung der Wiſſenſchaft beitrug, da jede Partei, um ſich den Sieg zu verſchaffen, eine Menge von Thatſachen entdeckte, hat nunmehr ziemlich geendet, und es iſt jetzt anerkannt, daß es rein durch Contact wirkende Säulen (die Zamboniſche) gibt, daß aber ohne chemiſche Wirkung die Thätigkeit der Säulen nur eine äußerſt unbedeutende iſt.

Auch die galvaniſche oder phyſiologiſche Seite der Humboldtſchen Theorie, die längere Zeit ganz darnieder lag, iſt wieder aufgelebt. Während man längere Zeit nur angenommen hatte, die elektriſchen Ströme bringen phyſiologiſche Wirkungen hervor, hat ſich gezeigt, daß die letzteren auch Ströme verurſachen können. Zuerſt fand man dieſes an den elektriſchen Fiſchen,[1] deren wirkendes Organ ganz den Volta'ſchen Säulen analog conſtruirt iſt. Nobili hat nachgewieſen, daß auch an lebenden und an friſch getödteten Fröſchen Ströme exiſtiren. Dubois-Reymond endlich hat gefunden, daß der Froſchſtrom nur einer der unzähligen elektriſchen Ströme iſt, welche in allen Theilen des Nervenſyſtems und der Muskeln aller Thiere vorkommen; er hat ferner gezeigt, daß dieſe Ströme in dem Augenblicke beſtimmte Veränderungen erleiden, wo im Nerv der die Bewegung und Empfindung vermittelnde Vorgang ſtattfindet, und in Folge davon der Muskel contrahirt wird. Er wies das Entſtehen eines Stromes bei der freiwilligen Zuſammenziehung des Muskels auch am ganz geſunden Körper nach.

Wir ſehen hier, daß die ſchon längſt todtgeglaubte Theorie Humboldts ein halbes Jahrhundert nach ihrer Veröffentlichung eine glänzende Beſtätigung erlebte, und wenn auch der große Mann, aus Mangel an Hülfsmitteln, welche der neueren Zeit Dank den früheren Entdeckungen zu Gebot ſtehen, ſeine Sätze nicht beweiſen konnte, ſo müſſen wir doch den Seherblick bewundern, der ſeiner Zeit um ſo viele Jahre vorauseilte.

Die Theorie Humboldts, nach welcher er die galvaniſchen Erſcheinungen durch Hinderniſſe erklärte, welche dem galvaniſchen Fluidum auf ſeinem Wege entgegengeſetzt werden, iſt jetzt verlaſſen; man nimmt an, daß die galvaniſchen Erſcheinungen bei geſchloſſenen Ketten dadurch hervorgerufen werden, daß die zwei ſich entgegengeſetzten Elektricitäten in entgegengeſetzter Richtung die einzelnen Glieder der Kette durchziehen, Ströme bilden, wie ſie ſchon Volta angegeben hat. Humboldt ſcheint auf ſeine Theorie vorzugsweiſe durch den oben erwähnten Verſuch (Nerv PP), bei welchem ohne

1) Humboldt hat den in Südamerika lebenden Zitteraal zu ſeinen Unterſuchungen benutzt.

daß das letzte Metall P mit dem Nerv in Verbindung ſteht, ohne daß alſo die Kette geſchloſſen iſt, ein Zucken des Froſches eintritt, geführt worden zu ſein. Grade dieſer Verſuch läßt ſich durch keine der gegenwärtig herrſchenden Theorien erklären, denn ſie alle beſprechen nur die Erſcheinungen der geſchloſſenen Kette, und es läßt ſich nicht ſagen, ob nicht die Humboldtſche Theorie in irgend einer Modification wieder zu Ehren kommt.

Die Lebenskraft.

Daß zwiſchen organiſchen und nicht organiſchen Körpern ein ſehr bedeutender Unterſchied ſei, kann wohl keinem Zweifel unterliegen; nichts deſtoweniger iſt es eine äußerſt ſchwierige Aufgabe, zu beſtimmen, worin denn eigentlich dieſer Unterſchied beſtehe, was ihn verurſache. Man kann wohl ſagen, der Stein gebe bei ſeiner mechaniſchen Verkleinerung Bruchſtücke, die ſich von dem Ganzen nur dadurch unterſcheiden, daß ſie kleiner ſind, als dieſes war, was bei Pflanzen und Thieren nicht der Fall iſt, und die Vergrößerung des Steines ſei durchaus abhängig von der Zahl der einzelnen kleinen Theilchen, die ſich von außen nach und nach an ihn anlegen, während die Vergrößerung der organiſchen Geſchöpfe von innen heraus in der Weiſe vor ſich geht, daß hier Theilchen, die urſprünglich an einer ganz anderen Stelle des Körpers ſich befunden hatten, endlich da oder dort abgelagert werden, und daß ein Theil des Geſchöpfes, ein Organ, einem oder einer Gruppe von aufgenommenen Stoffen eine andere Geſtalt, andere Eigenſchaften gebe, als ſie vorher hatten, und ſie in dieſer neuen Form dem andern Organe zuführe; allein damit bleibt die Hauptfrage unerörtert, die Hauptſchwierigkeit umgangen, die, was an allen dieſen Vorgängen Urſache ſei.

Je nach dem jeweiligen Zuſtande der Naturwiſſenſchaften wurde in früheren Zeiten bald dieſe, bald jene Urſache angenommen, welche dieſen Unterſchied verurſachen ſollte. Ariſtoteles behauptete, wie Humboldt zeigt, daß aus der Luftröhre Aether oder Geiſt, oder Luft in das Herz komme, daß das Blut ſich mit dem Pneuma verbinde, es durch den ganzen Körper verbreite und dieſen ernähre und daß nicht in den Thieren allein, ſondern auch in den Pflanzen, in der ganzen organiſchen Natur daſſelbe belebende Princip verbreitet ſei. Cicero nahm an, daß jedes organiſche Geſchöpf durch die ihm inwohnende Wärme lebe.

So wechſelten die Anſichten fortwährend; doch kam, ſo lange die Naturwiſſenſchaften auf einer ſo niedrigen Stufe ſtanden, die ganze Frage eigent=

lich nie über die Vermuthungen hinaus, und erſt, als die Chemie in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ſo rieſenhafte Fortſchritte machte, konnte man im Ernſte an die Löſung des Problems gehen, eine Arbeit, deren Ende jedoch zur Zeit noch immer nicht abzuſehen iſt, weshalb wir auch jetzt noch den ſich widerſprechendſten Anſichten begegnen. In der Mitte des vorigen Jahrhunderts war man geneigt, den Proceß der organiſchen Welt als ein rein mechaniſches Problem hinzuſtellen, wie z. B. Hales die ganze Säftebewegung der Pflanzen durch die Vereinigung von Verdunſtung durch die Blätter, und Haarröhrchenanziehung erklärte. Als am Ende des Jahrhunderts die Chemie der organiſchen Subſtanzen ſich gänzlich änderte, wurden alsbald Anwendungen der bei dieſen erkannten chemiſchen Kräfte auf Thiere und Pflanzen gemacht.

Girtanner, deſſen Anſichten bereits oben dargeſtellt wurden, erklärte ſich dafür, daß der Sauerſtoff und ſeine Wirkungen die Grundlage aller Lebensthätigkeit, welche er nur in der Reizbarkeit ſuchte, ſei. Humboldt faßte die Frage zunächſt vom Standpunkte der Chemie auf, und in dieſem Felde waren ihm wohl wenige der damaligen Gelehrten, die ſich mit Löſung unſerer Aufgabe befaßten, gleichzuſtellen.

Er theilt in ſeinen Aphorismen die ſämmtlichen Naturkörper in zwei Klaſſen, in ſolche nämlich, die den Geſetzen der chemiſchen Verwandtſchaft gehorchen, und ſolche, die, frei von dieſen Banden, auf manchfache Art mit einander verbunden ſind. Dieſe Verſchiedenheit ſcheint ihm nicht ſowohl in den Elementen ſelbſt und in ihrer natürlichen Beſchaffenheit, als vielmehr in ihrer Vertheilung zu liegen, und er nennt träge, unbelebte Materie diejenige, deren Beſtandtheile nach den Geſetzen der chemiſchen Verwandtſchaft gemiſcht ſind, belebte und organiſirte Körper dagegen diejenigen, welche, des ununterbrochenen Beſtrebens ihre Geſtalt zu ändern ungeachtet, durch eine gewiſſe innere Kraft verhindert werden, ihre erſte ihnen eigenthümliche Form zu verlaſſen. Die innere Kraft, welche die Bande der chemiſchen Verwandtſchaft auflöſt und die freie Verbindung in den Körpern hindert, nennt er die Lebenskraft.

Dieſe Sätze laſſen ſich leicht durch ein Beiſpiel klar machen. Geſetzt, wir haben gebrannten Kalk und Kohlenſäure, ſo verbinden ſie ſich zu einem Körper, dem kohlenſauren Kalke, der, einmal gebildet, ſich für ſich nicht mehr ändert; wenn man ihm aber Salpeterſäure zufügt, ſo bemächtigt ſich dieſe des Kalkes, bildet mit ihm ſalpeterſauren Kalk und die Kohlenſäure entweicht. Auch der ſalpeterſaure Kalk bleibt, was und wie er iſt, ſchüttet man aber Schwefelſäure hinzu, ſo wird dieſe den Kalk an ſich nehmen, um mit

ihm Gyps zu bilden, und nun läßt ſich durch Anwendung von Wärme die Salpeterſäure ausſcheiden. Würde man ſtatt des Kalkes etwa Kali, Natron u. ſ. w. genommen haben, ſo würde die Reihenfolge von Erſcheinungen dieſelbe geweſen ſein, und es folgt daraus, daß Schwefelſäure vom Kalke ſtärker angezogen werde als Salpeterſäure, und dieſe wieder ſtärker als die Kohlenſäure, oder um es nach der chemiſchen Sprache zu bezeichnen, daß die Verwandtſchaft der Schwefelſäure zu Kalk größer ſei, als die der Salpeterſäure. Die Urſache, warum dieſe Verwandtſchaft größer ſei, wiſſen wir allerdings nicht; aber die Erfahrung lehrt uns dieſelbe kennen, und die Reihenfolge von Vorgängen bleibt dieſelbe, ſo oft wir auch den Verſuch wiederholen. Ganz anders iſt es, wenn wir einen organiſchen Körper der Betrachtung unterziehen. Ein Stück Muskelfleiſch bleibt ein ſolches, ſo lange das Thier lebt, ſowie aber der Tod eingetreten iſt, ſo bleibt das Fleiſch nicht für ſich beſtehen, wie der kohlenſaure Kalk oder der Gyps, ſondern es tritt eine Aenderung in der Weiſe ein, daß die einzelnen Beſtandtheile ſich anders gruppiren: das Fleiſch zerſetzt ſich, es fault, und erſt die Producte, die aus der Fäulniß hervorgehen, ſind wieder für ſich beſtehend und verhalten ſich, wie die an den urſprünglich lebloſen Körpern erkannten Verwandtſchaftsgeſetze es erheiſchen. Daß das Muskelfleiſch während des Lebens als ſolches beſtehen konnte, daran iſt die Lebenskraft Schuld, und daß hier die Geſetze der chemiſchen Verwandtſchaft nicht gelten, zeigt uns das gänzlich andere Verhalten nach dem Tode. Die Lebenskraft iſt eine Thätigkeit, welche mit dem Entſtehen des organiſchen Körpers beginnt, mit ſeinem Tode erliſcht; ſie ſteht über den chemiſchen Kräften, denen allein die Mineralien gehorchen. Sie ſpielt in gewiſſem Sinne die Rolle einer Haushälterin, die ihres Zweckes, das organiſche Geſchöpf als ein ſelbſtändiges Ganzes der übrigen Natur gegenüber zu ſtellen, ſich bewußt, die Materialien, welche ſie zum Aufbau deſſelben bedarf, aus den vorhandenen Stoffen nicht nur ſchöpft, ſondern auch auswählt, und damit nach eigenem Gutdünken, unbekümmert um die chemiſchen Geſetze, die nur in ſehr untergeordneter Weiſe ihr Recht behaupten, ſchaltet und waltet. Sie bringt die Stoffe dahin, wo es ihr angemeſſen iſt, läßt Wirkungen eintreten und hebt ſie wieder auf. Dadurch, daß ſie bald in dieſer, bald in jener Weiſe thätig iſt, unterſcheidet ſie ſich ſtrenge von den phyſikaliſch-chemiſchen Kräften, die immer in derſelben Weiſe wirken, und der unter ihrer Herrſchaft befindliche Körper hört, ſo lange ſie dauert, auf, ein Object der reinen Phyſik oder Chemie zu ſein.

Die Idee der Lebenskraft, deren Weſen Humboldt in den Aphorismen als einfachen Lehrſatz hingeſtellt, finden wir von ihm in

poetiſchem Kleide wiederholt in dem Aufſatze „Der Rhodiſche Genius“ in den Horen.

Seit langer Zeit beſaßen die Syrakuſer ein Gemälde, deſſen Urſprung man nicht wußte, denn es war aus einem geſtrandeten Schiffe gerettet, deſſen Waaren darauf ſchließen ließen, daß es aus Rhodus komme. Obwohl kein Menſch ſagen konnte, was es eigentlich vorſtelle, zog das Bild dennoch die allgemeine Aufmerkſamkeit auf ſich. Im Vordergrunde des Gemäldes ſah man Jünglinge und Mädchen in eine dichte Gruppe zuſammengedrängt. Sie waren ohne Gewand, wohlgebildet, ihr Gliederbau, welcher Spuren mühevoller Anſtrengung trug, der menſchliche Ausdruck ihrer Sehnſucht und ihres Kummers, Alles ſchien ſie des Himmliſchen oder Götterähnlichen zu entkleiden, und an ihre irdiſche Heimath zu feſſeln. Ihr Haar war mit Laub und Feldblumen geſchmückt. Verlangend ſtreckten ſie die Arme gegen einander aus, aber ihr ernſtes Auge war nach einem Genius gerichtet, der, von lichtem Schimmer umgeben, in ihrer Mitte ſchwebte. Ein Schmetterling ſaß auf ſeiner Schulter, und in der Rechten hielt er eine lodernde Fackel.

Ein anderes Schiff brachte einſt verſchiedene Kunſtſchätze aus Griechenland und unter dieſen ein Bild, das nach Größe und Ausführung ein offenbares Gegenſtück zu dem vorerwähnten war. Der Genius ſtand ebenfalls in der Mitte, aber ohne Schmetterling, mit geſenktem Haupte, die erloſchene Fackel zur Erde gekehrt, der Kreis der Jünglinge und Mädchen ſtürzte in manchfachen Umarmungen gleichſam über ihm zuſammen. Ihr Blick war nicht mehr trübe und gehorchend, ſondern kündigte den Zuſtand wilder Entfeſſelung, die Befriedigung lang genährter Sehnſucht an.

Auf Befehl des Tyrannen Dionyſius wurden beide Bilder dem Philoſophen Epicharmus gebracht, damit dieſer ſeine Anſicht darüber ausſpreche und dieſe war folgende: „Wenn der Unterſchied der Geſchlechter lebendige Weſen wohlthätig und fruchtbar an einander kettet, ſo wird in der unorganiſchen Natur der rohe Stoff von gleichen Trieben bewegt. Schon im dunkeln Chaos häufte ſich die Materie und mied ſich, je nach dem Freundſchaft oder Feindſchaft ſie anzog oder abſtieß. Das himmliſche Feuer folgt den Metallen, der Magnet dem Eiſen, das geriebene Electrum bewegt leichte Stoffe, Erde miſcht ſich zur Erde, das Kochſalz gerinnt aus dem Meere zuſammen, und die Säure der Styptärie (Schwefelſäure) ſtrebt ſich mit dem Thone zu verbinden. Alles eilt in der unbelebten Natur ſich zu dem Seinen zu geſellen. Kein irdiſcher Stoff iſt daher irgendwo in Einfachheit und reinem, jungfräulichem Zuſtande zu finden. Alles eilt von ſeinem Entſtehen an zu neuen Verbindungen, und nur die ſcheidende Kunſt des Menſchen kann

ungepaart darſtellen, was Ihr vergebens im Innern der Erde und in dem beweglichen Waſſer- und Luftoceane ſuchtet. In der todten unorganiſchen Materie iſt träge Ruhe, ſo lange die Bande der Verwandtſchaften nicht gelöſt werden, ſo lange ein dritter Stoff nicht eindringt, um ſich den vorigen beizugeſellen. Aber auch auf dieſe Störung folgt wieder unfruchtbare Ruhe."

„Anders iſt die Miſchung derſelben Stoffe im Thier- und Pflanzenkörper. Hier tritt die Lebenskraft gebieteriſch in ihre Rechte ein; ſie kümmert ſich nicht um die demokritiſche Freundſchaft und Feindſchaft der Atome, ſie vereinigt Stoffe, die in der unbelebten Natur ſich ewig fliehen, und trennt, was in dieſer ſich unaufhaltſam ſucht."

„Tretet näher um mich her, meine Schüler, und erkennet im Rhodiſchen Genius, in dem Ausdrucke ſeiner jugendlichen Stärke, im Schmetterlinge auf ſeiner Schulter, im Herrſcherblicke ſeines Auges das Symbol der Lebenskraft, wie ſie jeden Keim der organiſchen Schöpfung beſeelt. Die irdiſchen Elemente zu ſeinen Füßen ſtreben gleichſam ihrer eignen Begierde zu folgen, und ſich mit einander zu miſchen. Befehlend droht ihnen der Genius mit aufgehobener, hochlodernder Fackel, und zwingt ſie, ihrer alten Rechte uneingedenk ſeinem Geſetze zu folgen."

„Betrachtet nun das neue Kunſtwerk, welches der Tyrann mir zur Auslegung geſandt, richtet eure Augen vom Bilde des Lebens ab auf das Bild des Todes. Aufwärts weggeflogen iſt der Schmetterling, ausgelodert die umgekehrte Fackel, geſenkt das Haupt des Jünglings. Der Geiſt iſt in andere Sphären entwichen, die Lebenskraft erſtorben. Nun reichen ſich Jünglinge und Mädchen fröhlich die Hände. Nun treten die irdiſchen Stoffe in ihre Rechte ein. Der Feſſeln entbunden folgen ſie wild, nach langer Entbehrung, ihrem geſelligen Triebe und der Tag des Todes wird ihnen ein bräutlicher Tag. So ging die todte Materie von Lebenskraft beſeelt durch eine zahlloſe Reihe von Geſchlechtern und derſelbe Stoff umhüllte vielleicht den göttlichen Geiſt des Pythagoras, in dem vormals ein dürftiger Wurm im augenblicklichen Genuß ſich ſeines Daſeins freute."

Sehen wir Humboldt in ſeinen erſten Schriften als Anhänger einer eigenen Lebenskraft, ſo zeigt ſich bald eine gänzliche Aenderung ſeiner Anſichten hierüber, als Folge ſeiner Arbeiten über die gereizte Muskel- und Nervenfaſer, denn im zweiten Bande dieſes Werkes gibt er eine Theorie, die von der vorigen völlig abweicht. Nachdem er die Einwirkung der Reizmittel unterſucht und gefunden hatte, daß jedes eine größere oder geringere phyſikaliſche oder chemiſche Aenderung der gereizten Organe zur Folge habe, ſchließt er, daß das ganze Leben eine ununterbrochene Folge von Reizungen ſei und

die durch die chemiſchen Geſetze eingeleiteten Verbindungen nur darum nicht eintreten können, weil ſie durch beſtändige Gegenwirkung aufgehalten werden, und daß mit dem Aufhören dieſes Proceſſes der Tod und mit ihm die Fäulniß eintrete.

„Woher nun," ſagt er (Verſuche u. ſ. w. II. 451), „dieſer Wechſel der Erſcheinungen, dies Verſchwinden des organiſchen Gewebes, dieſe eintretende Fäulniß? Warum zeigen ſich auf einmal chemiſche Ziehkräfte wirkſam, welche vorher aufgehoben ſchienen? Dieſe Veränderung kann meiner jetzigen Einſicht nach in dreierlei Urſachen gegründet ſein. Die willkürliche Muskelbewegung und andere phyſiologiſche Erſcheinungen lehren uns, daß etwas Außerſinnliches, Vorſtellungen, auf die Materie wirken, ja die relative Lage der Elemente modificiren könne. Es iſt daher denkbar, daß etwas Außerſinnliches (eine Vorſtellungskraft) die Grundkräfte der Materie im Gleichgewicht hält, und die chemiſchen Affinitäten der Stoffe, welche bloß von jenen Grundkräften der Anziehung und Abſtoßung abgeleitet ſind, während des Lebens anders determinire, als wie ſie ſich uns in der todten Natur offenbaren. Es iſt aber auch eben ſo denkbar, daß der Grund jenes innern Gleichgewichts in der Materie ſelbſt liegt und zwar in einem unbekannten Elemente, welches der belebten Thier- und Pflanzenſchöpfung ausſchließend eigenthümlich iſt, und deſſen Beimiſchung die Affinitätsgeſetze ändert; oder in dem Verhältniſſe, daß in einem Aggregat thätiger Organe jedes derſelben dem andern perpetuirlich neue Stoffe abgibt, wodurch die älteren (im ewig erneuerten Spiel zuſammengeſetzter Affinitäten) gehindert werden, den Sättigungspunkt zu erreichen, zu dem ſie bei der größern innern Ruhe der todten Natur ungehindert gelangen. In dem tiefen Dunkel, welches noch über dem Miſchungszuſtand der organiſchen Materie ſchwebt, ſcheint es mir vorſichtiger, von den erſten beiden Annahmen zu ſchweigen, ſo lange die letztere uns eine Ausſicht gewährt, phyſiſche Erſcheinungen nicht nur phyſiſch, ſondern auch ohne Zuflucht zu einer unbekannten Materie zu erklären. Wenn ich daher ehemals in den Aphorismen aus der chemiſchen Phyſiologie der Pflanzen die Lebenskraft als die unbekannte Urſache betrachtete, welche die Elemente hindert, ihren natürlichen Ziehkräften zu folgen, ſo glaube ich in dieſem Satze ein Factum ausgedrückt zu haben, welches ich nach meinen jetzigen Einſichten keineswegs für erwieſen halte. Ich füge dieſe Erklärung um ſo ausdrücklicher bei, da mir meine Definition der Lebenskraft, die ſeit 4 Jahren in ſo viele andere zum Theil wichtige Lehrbücher übergegangen iſt, in den Schriften der Herren Reil, Veit, Ackermann und Röſchlaub gründlich und ſcharfſinnig widerlegt zu ſein ſcheint."

„Wage ich es daher nicht, eine eigene Kraft zu nennen, was vielleicht bloß durch das Zusammenwirken der im Einzelnen längst bekannten materiellen Kräfte bewirkt wird, so glaube ich dagegen aus den chemischen Verhältnissen der Elemente eine desto sicherere Definition belebter und unbelebter Stoffe deduciren zu können. Eine solche Definition ist unstreitig ein großes Bedürfniß der beschreibenden Naturkunde, da alle Kriterien, die man von der faserartigen Aneinanderreihung der Grundstoffe, von willkürlicher Bewegung, von dem Umlauf flüssiger Theile in festen, und von der innern Aneignung hernimmt, theils allzu verwickelt, theils unbefriedigend sind."

„Belebt nenne ich denjenigen Stoff, dessen willkürlich getrennte Theile nach der Trennung unter den vorigen äußeren Verhältnissen ihren Mischungszustand ändern."

„Das Gleichgewicht der Elemente in der belebten Materie erhält sich nur so lange und dadurch, daß dieselbe Theil eines Ganzen ist. Ein Organ bestimmt das andere, eines gibt dem andern die Temperatur, in welcher diese und keine andern Affinitäten wirken. Ein Metall oder ein Stein kann zertrennt werden, und bleiben die äußern Bedingungen dieselben, so werden die zertrennten Stücke auch die Mischung behalten, welche sie vor der Trennung hatten. Nicht so jedes Atom der belebten Materie, es sei starr oder tropfbar-flüssig. Die gegebene Definition schließt sich unmittelbar an die Idee des unsterblichen Denkers an, daß im Organismus alles wechselseitig Mittel und Zweck sei."

„Die Schnelligkeit, mit welcher organische Theile ihren Mischungszustand ändern, ist sehr verschieden; das Blut der Thiere erleidet frühere Umwandlungen als der Saft der Pflanzen. Schwämme faulen leichter als Baumblätter, Muskelfleisch leichter als Cutis. Knochen, Haare, Holz der Gewächse, Fruchtschalen und Federkronen (welche ich ehemals irrig für völlig unorganisch erklärte) nähern sich schon im Leben dem Zustande, welchen sie nach ihrer Trennung vom Ganzen zeigen. Man darf daher wohl das Gesetz feststellen: daß, je höher der Grad der Vitalität oder Reizfähigkeit eines belebten Stoffes ist, desto auffallender oder schneller der Mischungszustand nach der Trennung geändert wird."

„Eben diese Ideen führen uns einem der schwierigsten Begriffe der Physiologie, dem Begriff der Individualität zu. Da wir nichts von den Bedingungen wissen, unter denen ein Aggregat von Materie mit einer oder mehreren Vorstellungskräften verbunden sein kann, so reden wir hier nicht von der Individualität als Object einer empirischen Psychologie,

ſondern als Objeet der empiriſchen Naturwiſſenſchaft. Trennen wir eine Tänia, eine Nais, einen Caetus Opuntia der Länge nach, ſo lebt kein Theil fort, jeder verändert ſeinen Miſchungszuſtand und fault. Durchſchneiden wir dieſe zuſammengeſetzten Geſchöpfe aber der Quere nach in den Gliedern, oder Blattabſätzen, ſo leben die Theile fort und behalten dieſelbe Miſchung, welche ſie vor dem Durchſchneiden hatten. Dieſe Erfahrung ſtößt die eben aufgeſtellte Definition von den belebten und unbelebten Stoffen nicht um. Sie beweiſt vielmehr, daß nicht jede nach Willkür vorgenommene Trennung das Gleichgewicht der Elemente erhält. Wo dagegen eine ſolche vor der Miſchungsveränderung ſchützende Trennung möglich iſt, da iſt das Daſein eines zuſammengeſetzten Geſchöpfes erwieſen, da gibt es mechaniſch verbundene (d. h. zuſammenhängende) Organe, welche ſich nicht unbedingt wechſelſeitig wie Mittel und Zweck verhalten. Wir haben hier ein Kriterium der Individualität, aber beweitem kein vollſtändiges. Wir berufen uns auf ein Experiment, deſſen Gelingen beweiſend iſt, deſſen Mißlingen aber keineswegs für die Einfachheit entſcheidet. Das Fortpflanzen der Vegetabilien durch Blätter lehrt uns, daß der Lorberbaum ein eben ſolches Aggregat von Individuen als der Caetus ſei. Dagegen gelingt es nicht, aus den getrennten Blättern des Ceraſtium Zweige treiben zu ſehen, unerachtet die Lücke vom Lorberbaum bis zu dieſem Pflänzchen herab durch eine Kette ähnlicher Bildungen ausgefüllt wird!"

Ich habe mich bei dieſen Sätzen länger aufgehalten, weil ſie einen Blick auf die Anſichten Humboldt's über eine in neuerer Zeit vielfach beſprochene Frage geſtatten, denen er auch ſpäter treu geblieben zu ſein ſcheint, wenigſtens hat er ſich nie mehr zur Lebenskraft bekannt und noch in dem Abdrucke des Rhodiſchen Genius in den „Anſichten der Natur" (3. Auflage II. 309) die vorſtehenden Sätze dem Weſen nach wiederholt. Gegenwärtig theilen ſich die Naturforſcher in zwei Partheien, wovon die eine das ganze Leben als eine ununterbrochene Reihe von phyſikaliſchen und chemiſchen Proceſſen, alſo in derſelben Weiſe betrachtet, wie wir es bei Humboldt im Vorſtehenden geſehen haben, während die andere Parthei die Lebenskraft annimmt, wie Humboldt in ſeinen Aphorismen und im Rhodiſchen Genius.

Die Ernährung und Reſpiration der Pflanzen.

Die urſprüngliche Anſicht über die Quellen, aus welchen die Gewächſe ihre Nahrung erhalten, war, daß die Pflanzen dieſelbe aus dem Boden und dem Waſſer ziehen; was ſie eigentlich daraus entnehmen, wurde nicht näher angegeben, da ja die Erde ſelbſt als eines der vier Elemente in der Bildung der Pflanzen auftreten konnte, und es ſich hier nur um eine Combination der vier Elemente Luft, Feuer, Waſſer und Erde handelte. Van Helmont[1] pflanzte im 17. Jahrhundert eine Weide in ein gewogenes Quantum Erde und wog das Ganze nach fünf Jahren wieder. Die Weide hatte beträchtlich zugenommen, die Erde kaum etwas an Gewicht verloren, ohne daß während des Verſuches etwas Anderes zugefügt worden wäre als Waſſer. Hieraus zog er den Schluß, daß nicht die Erde die Pflanzen nähre, ſondern daß dieſe nur die Trägerin derſelben, das Waſſer dagegen dasjenige Element ſei, welches ſämmtliche Beſtandtheile der Pflanzen, ſowohl feſte als flüſſige, liefere.

Dieſe Theorie konnte gelten, ſo lange man die Wirkung des Düngers und der verſchiedenen Beſtandtheile des Bodens nicht näher berückſichtigte, und ſolange es ſich mit den chemiſchen Anſichten vertrug, das Waſſer auch in brennbare, feſte Körper ſich verwandeln zu laſſen. Als daher der letztere Satz nicht mehr recht gelten wollte, nahmen die Naturforſcher, unter denen vorzugsweiſe Malpighius, Perrault, Mariotte und Gren zu erwähnen ſind, an, daß die im Regenwaſſer und in der Erde enthaltenen Salze die Nahrungsmittel der Pflanzen abgeben und durch Gährungen, das Lieblingsmittel der Chemiker aus dem Ende des 17. Jahrhunderts, die Um-

1) Ort. Medicin. 30.

wandlung in Pflanzenſubſtanz erleiden. Dabei blieb es längere Zeit; theils war die Chemie vor hundert Jahren noch zu weit zurück, um mit Erfolg angewandt werden zu können, theils war die Aufmerkſamkeit der Botaniker auf andere Gegenſtände gerichtet, denn damals war das goldene Zeitalter der ſyſtematiſchen Botanik, und ihre Meiſter ſahen mit einer gewiſſen Geringſchätzung auf diejenigen, die ſich mit dem Studium der Pflanzenphyſiologie beſchäftigten.

Um das Jahr 1750 beobachtete Bonnet, daß, wenn man Blätter in friſches Waſſer legt, am Tage ſich auf denſelben eine Menge von Luftbläschen zeige, die bei dem Eintritte der Dunkelheit wieder verſchwinden. In ausgekochtem Waſſer entſtanden keine Blaſen, und ebenſo, wenn die Blätter ſchon einige Tage in Waſſer waren. Da ſich Bonnet die Erſcheinung dahin erklärte, daß dieſe Luft diejenige ſei, welche ſich mechaniſch in jedem Zellgewebe und in den Gefäßen befindet, ſo wurde dem Verſuche eine weitere Aufmerkſamkeit nicht geſchenkt. Als aber im Jahre 1771 Prieſtley Pflanzen unter Glasglocken wachſen ließ, fand er, daß dieſe das Vermögen haben, eine unreine Luft wieder zu reinigen, und daß ſie ſogar in einer verdorbenen Luft beſſer gedeihen als in einer andern; er fand, daß jene Blaſen eine andere Luft ſeien, als die atmoſphäriſche, eine reinere, mehr dephlogiſtiſirte oder nach der jetzigen Theorie und Benennung eine ſauerſtoffreichere. Da hier unter dem Namen verdorbene Luft ſolche verſtanden wird, die, nachdem ſie einige Zeit das Athmen oder Brennen unterhalten, hierzu ferner nicht mehr tauglich iſt, ſo eröffnete ſich dadurch ein weiter Blick in den Haushalt der Natur, und Pringle ſtellte im November 1773 in ſeiner Rede, die er vor der k. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften in London hielt, den Satz auf, daß die Pflanzen, indem ſie die durch Athmen verdorbene Luft reinigen, ſich dadurch auch ernähren, während ſie ſelbſt wieder den Thieren als Futter dienen, und daß folglich die beiden Naturreiche ſich gegenſeitig bedingen, da die Thiere die Luft durch ihr Athmen phlogiſtiſiren, während die Pflanzen die Dephlogiſtiſirung vornehmen, und dadurch ſowohl ſelbſt gedeihen, als auch die Luft wieder athembar machen.

Jene Zeit war eine Periode raſch aufeinander folgender Entdeckungen im Gebiete der Chemie, und ihr folgte eine gänzliche Aenderung der Anſichten über die Pflanzenernährung. Während man früher glaubte, die Salze der Pflanze ſeien in dieſer mit dem hypothetiſchen Phlogiſton zu den einzelnen Gewächsorganen verbunden, ſtellte man bald den Satz auf, daß der Kohlenſtoff einen Hauptbeſtandtheil der Vegetabilien ausmache, und daß dieſer aus der Atmoſphäre komme, in welche er vermöge der Reſpiration der

Thiere gelange, die ihn dann durch ihre Nahrung wieder erſetzen müſſen, ſo daß die Reſpiration der Pflanzen und Thiere nur eine Wanderung des Kohlenſtoffs von dem einen Reiche in's andere und in die Luft zur Folge habe.

Der ungetheilte Beifall, den die neue Lehre erhielt, war nicht von langer Dauer, und es zeigte ſich bald, daß die Sache nicht ſo einfach ſei, als man ſich vorgeſtellt hatte. Scheele machte die Verſuche Prieſtley's mit Bohnen nach, und beobachtete gerade das Gegentheil von deſſen Reſultat, da ſeine Pflanzen Kohlenſäure ausathmeten und Sauerſtoff aufnahmen, während nach Prieſtley das Entgegengeſetzte hätte eintreten ſollen, ſo daß alſo nach Scheele der Einfluß der Pflanzenreſpiration auf die Atmoſphäre derſelbe war, wie der des Athmens der Thiere. Prieſtley wiederholte ſeine Verſuche 1778, und dieſe hatten einen ſo ungünſtigen Erfolg, daß er bereits wieder geſonnen war, ſeine ganze Lehre aufzugeben. Da nahm ſich Ingenhouß der Sache an, und fand bald, wo der Fehler lag, indem er zeigte, daß bei dem ganzen Vorgange das Licht den größten Einfluß habe, weil in der Sonne die grünen Theile der Pflanzen Kohlenſäure einathmen und Sauerſtoff abgeben, wie Prieſtley zuerſt angab, während ſie im Dunkeln das entgegengeſetzte Verhalten beobachten, wie Scheele gefunden hatte. Die nichtgrünen Pflanzentheile athmen nach Ingenhouß fortwährend Sauerſtoff ein und geben Kohlenſäure ab. Der ganze Effect wird bei den beiden verſchiedenen, ſich entgegengeſetzten Acten davon abhängen, welcher der bedeutendere iſt. Die Kohlenſäure beſteht aus Kohlenſtoff und Sauerſtoff. Athmen nun die Gewächſe mehr Kohlenſäure ein, als ſie abgeben, ſo werden ſie einen Theil davon für ſich behalten, und indem ſie Sauerſtoff aushauchen, wird die Kohlenſäure zerlegt, der Kohlenſtoff, der einen Beſtandtheil der Gewächſe bildet, muß in ihnen alſo zunehmen, und die Pflanze wird wachſen. Das Umgekehrte hat den entgegengeſetzten Erfolg.

Sollen die Pflanzen aus der Luft Kohlenſäure aufnehmen, ſo muß die Atmoſphäre dieſes Gas auch in gehöriger Menge enthalten. Lavoiſier fand bei ſeiner Unterſuchung der atmoſphäriſchen Luft keine Kohlenſäure in derſelben, während ſpätere Meſſungen darthaten, daß der Kohlenſäuregehalt der Luft ein ſehr geringer ſei, und van Marum neigte ſich darum auch der Anſicht zu, daß der Kohlenſtoff der Pflanzen aus dem Waſſer, das dieſe aufnehmen, ſich abſetze, während Haſſenfratz zu dem Kohlengehalte des Bodens ſeine Zuflucht nahm.

Dieſes war die Lage der Sache, als Humboldt ſeine Aphorismen veröffentlichte. Er ſchließt aus dem Umſtande, daß Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff die Beſtandtheile aller Vegetabilien ſind, darauf, daß dieſe

auch die Nahrung derselben ausmachen. Wasser und Kohlensäure werden, wie er glaubt, so lange der vegetabilische Körper Lebenskraft besitzt, in ihre Elemente zerlegt, worauf der größere Theil an die Gefäße selbst tritt, also einen Zuwachs der Pflanze ausmacht, während der kleinere abgeschieden und vermittelst der Blätter und Würzelchen verdunstet wird. Dagegen widerspricht er der Ansicht van Marum's, daß der Kohlenstoff der Pflanzen aus dem Wasser stamme. Er weist darauf hin, daß durch das Athmen der Säugethiere und Vögel beständig Kohlensäure gebildet und diese auch durch die brennenden Steinkohlenflötze ununterbrochen dem Luftkreise zugeführt werde, in welchem nur darum verhältnißmäßig so wenig davon gefunden werde, weil die Pflanzen den Zuschuß alsbald wieder wegnehmen; je nach Umständen, die von der Localität und der Witterung abhängen, finde man $^1/_{64}$ bis $^1/_{10}$ Kohlensäure in der Luft, dieselbe sinke wegen ihrer größeren Schwere auf die grünende Erde herab und dringe verbunden mit Wasser in die Pflanzen ein. Außerdem wachsen alle Vegetabilien um so langsamer, je größer ihr Bedarf an Kohlenstoff sei. Er fand, Ingenhouß entgegen, daß die Pflanzen auch beim Lampenschein grünen und Sauerstoff ausathmen. Die Kohlensäure, welche Sauffure auf den höchsten Bergen der Alpen gefunden hatte, hält er für in den Wasserdünsten aufgelöst und mit ihnen in die Höhe gestiegen.

Besonders bemerkenswerth ist, was Humboldt von der Aufnahme fester Stoffe durch die Pflanzen sagt. Er gibt an, daß er nicht gewagt habe, zu den Nahrungsmitteln aller Pflanzen auch Erde (Aschenbestandtheile) zuzusetzen, da alle Byssus und mehrere Octospora und Peziza nichts davon enthalten, wie er durch Versuche gefunden habe, während andere, namentlich Kryptogamen, eine sehr große Menge Kalkerde mit sich führen. Diese Beobachtung wurde lange vernachlässigt und erst v. Liebig hat in seiner Agriculturchemie den Satz aufgestellt, daß die Pflanzen je nach ihrer speciellen Verschiedenheit verschiedene Mengen dieser oder jener anorganischen Substanz zu ihrer Ausbildung nöthig haben, und hat hierauf die Lehre von der Einwirkung der Bodenarten auf die Vegetabilien gegründet. Humboldt kommt in seiner Einleitung zu dem Ingenhouß'schen Werke: „Ueber die Ernährung der Pflanzen", [übersetzt von Fischer], hierauf zurück und zählt die Erde zu den wahren Nahrungsmitteln der Gewächse. Er sagt (S. 30) „Einer Pflanze (Chara), in deren Mischung wir immer Kalkerde finden, ist die Gegenwart dieser Erde gewiß ebenso wesentlich, als die des Kohlenstoffs oder des Hydrogens. Unter wesentlichen Bestandtheilen gibt es keine Rangordnung, und mit den Fortschritten der Scheidekunst werden wir die Wirk-

ungsart mancher Elemente erkennen, welche jetzt gleichsam isolirt in der Kette der Dinge stehen. Wir wissen freilich noch nichts von den Ziehkräften der Erdarten gegen den Sauerstoff, Kohlenstoff oder Wasserstoff, aber wir dürfen vermuthen, daß in zusammengesetzten Verwandtschaften (deren Spiel in allen vitalen Functionen thätig ist) Elemente auf einander einwirken, die in einfachen Verwandtschaften sich unzersetzt lassen."

Den Versuchen mit grünen Pflanzen hat Humboldt solche mit Schwämmen zugesellt, und hier ein von jenen ganz abweichendes Verhalten gefunden, denn diese hauchen keinen Sauerstoff, sondern Wasserstoff aus, zerlegen also das von ihnen aufgenommene Wasser in seine Bestandtheile, von denen sie den einen, Sauerstoff, für sich behalten. Sie nehmen dagegen den Kohlenstoff aus der Kohlensäure auf, welche in den Grubenwassern sich aufgelöst findet.

Als Stoffe, welche von den Pflanzen ausgeschieden werden, bezeichnet er außer den Luftarten noch wässerige Dünste, ätherisches Oel und schleimige Masse. Die Ausscheidung erfolgt durch dieselben Organe, welche zur Aufnahme der Nahrungsmittel dienen. Der Geruch, den manche Pflanzen verbreiten, kommt von ausgeschiedenen ätherischen Oelen her. Die Würzelchen tröpfeln namentlich in der Nacht Säfte aus, welche den benachbarten Pflanzen und ihnen selbst theils schädlich, theils nützlich sind. Dieser Umstand ist die Ursache, daß manche Pflanzen nicht neben einander gedeihen, daß die eine durch die Anwesenheit der andern leidet. Daher kommt es, daß die einen Pflanzen isolirt von andern derselben Art stehen, während andere nur gesellschaftlich in größeren oder kleineren Gruppen auftreten.

Gegen diese Theorie der Ausscheidungen hat Hedwig in seinen Zusätzen zu der deutschen Bearbeitung der Aphorismen von Fischer, welche Letzterer veröffentlichte, nicht unzuberücksichtigende Einwendungen erhoben, indem er vorzugsweise darauf hindeutet, daß bei einigermaßen beträchtlichen Ausscheidungen durch die Wurzeln in dem Boden, den ein Baum durch Jahrhunderte inne gehabt, eine bedeutende Veränderung bemerkt werden müßte, was die Erfahrung leugne, und die Verdrängung der einen Pflanze durch die andere sei nur die Folge davon, daß die die Nahrung und Feuchtigkeit aus dem Boden aufnehmenden Würzelchen der letzteren sich so ausbreiteten, daß sie die der ersteren beeinträchtigen, oder daß eine Pflanze der andern schade, indem sie ihr bei schnellerem Aufwachsen das Licht entziehe.

Die Theorie, daß die Gewächse ihren Kohlenstoffgehalt durch Zerlegung der ihnen zugeführten Kohlensäure erhalten, war, wie obige Darstellung zeigt, vor 60 Jahren noch nicht so erwiesen und anerkannt als jetzt, doch hat

Humboldt ihre Richtigkeit ſogleich erfaßt, und auf ihre Nothwendigkeit hingewieſen.

Man unterſcheidet jetzt zweierlei Verhalten bei den grünen Pflanzen, die Zeit des Keimens und die der wachſenden Pflanze. So lange der Same keimt, zehrt er von dem Vermögen, das die mütterliche Pflanze ihm mitgegeben, denn das junge Pflänzchen iſt mit einer Hülle von Stärkmehl, Pflanzeneiweiß u. ſ. w. verſehen. Während des Keimens nimmt der Same Sauerſtoff aus der Luft auf und bildet Kohlenſäure, welche entweicht. Körper, welche dieſe Aufnahme von Sauerſtoff erleichtern, beſchleunigen den Vorgang des Keimens, und hierauf beruht die Wirkung des Chlorwaſſers, welche Humboldt gefunden hat. Es wird Waſſer zerlegt, der Waſſerſtoff deſſelben verbindet ſich mit dem Chlor, der Sauerſtoff geht an den Samen und bildet mit deſſen im Stärkmehl u. ſ. w. enthaltenen Kohlenſtoffe die entweichende Kohlenſäure. Iſt der Keimungsproceß vorüber, das erſte grüne Blatt entwickelt, ſo findet umgekehrt die Aufnahme von Kohlenſäure, die Abgabe von Sauerſtoff ſtatt, und in Folge davon nimmt jetzt das Gewächs an Kohlenſtoff zu, während es vorher abgenommen hatte. Jetzt iſt aber auch das immer in demſelben Sinne wirkende Chlorwaſſer, wie bereits oben bemerkt, ſchädlich.

Die unterirdiſchen Pflanzen beobachten der Entdeckung Humboldt's zufolge ein von den grünen Gewächſen ganz abweichendes Verhalten: ſie hauchen Waſſerſtoff aus, und da dieſer nur von Zerſetzung des Waſſers herrühren kann, ſo entſteht die Frage, was mit dem Sauerſtoffe des zerlegten Waſſers geſchieht, und wo die Pflanzen den Kohlenſtoff hernehmen, den ſie, wenn man ſie unterſucht, enthalten. Dieſe Frage iſt noch nicht gelöſt, und unſere heutige Kunde über die Phyſiologie der unterirdiſchen Pflanzen ſteht im Weſen noch ganz auf derſelben Stufe, auf der ſie Humboldt gelaſſen; wir können ihn daher hier, da vor ihm über den fraglichen Gegenſtand gar nichts gearbeitet wurde, als den Anfang und das Ende unſeres Wiſſens betrachten.

Die chemiſche Zuſammenſetzung der Luft.

Die noch aus dem vorigen Jahrhundert datirenden Arbeiten Humboldt's über in das Gebiet der reinen Chemie einſchlagende Gegenſtände behandeln faſt ausſchließlich die ſogenannte pneumatiſche Chemie, denjenigen Theil der Wiſſenſchaft, der ſich mit der Unterſuchung der verſchiedenen Luftarten beſchäftigt. Das Wort Luft bezeichnete früher (und in außerwiſſenſchaftlichen Kreiſen zum Theile auch noch jetzt) den feinen elaſtiſchen Stoff, der unſere Erde wie eine Hülle umgibt, und ſich, da ſeine Theile zu klein ſind, um unmittelbar durch unſere Sinne wahrgenommen werden zu können, zunächſt in ſeinem bewegten Zuſtande als Wind zu erkennen gibt. Man kann möglicher Weiſe die verſchiedenſten Arten, in denen uns die Luft begegnet, überſehen; durch den Wind müſſen wir allemal auf den Gedanken kommen, daß ein feiner Stoff uns umgibt.

Der Verſchiedenheit der tropfbaren Flüſſigkeiten, des Waſſers, Oels u. ſ. w., entſpricht eine Manchfaltigkeit der luftartigen oder elaſtiſchen Flüſſigkeiten, die man nach van Helmont's Vorgange auch Gaſe nennt, und zum Unterſchiede von den verſchiedenen Gaſen, die theils ſchon in der Natur fertig gebildet angetroffen werden, theils künſtlich darzuſtellen ſind, heißt das Gasgemenge, das die die Erde umgebende Hülle bildet, die atmoſphäriſche Luft.

Seit Ariſtoteles galten Luft, Feuer, Waſſer und Erde als Elemente, von denen jedoch das eine in das andere übergehen könne; die Luft war ein einziges Ganzes, man glaubte nicht, daß es verſchiedene Luftarten gebe, doch wurde nicht geleugnet, daß durch eingemengte oder aufgelöſte Stoffe eine Verunreinigung hervorgebracht werden könne. Man ſtellte ſich den Vorgang etwa ſo vor, wie es bei dem Waſſer geſchieht, das durch Auf-

löſen von Zucker oder Salzen andere Eigenſchaften zeigt, als im Zuſtande der Reinheit. In der Mitte des 17. Jahrhunderts beſtritt van Helmont zuerſt die Möglichkeit, daß die Luft in Waſſer oder Erde übergehen könnte, die ſeit Ariſtoteles geglaubt wurde, denn er vermochte nicht ſie durch Druck in eine andere bleibende Geſtalt überzuführen; er unterſchied jedoch davon die Dämpfe, z. B. die Waſſerdämpfe, bei denen dieſes möglich ſei, er erkannte, daß es noch andere Gegenſtände von luftartiger Form gebe, die doch keine atmoſphäriſche Luft ſind, und nannte ſie, wie bereits angedeutet, Gaſe. Da er dieſe Gaſe nicht weiter unterſuchte, und ſich mit der Conſtatirung ihrer Exiſtenz begnügte, ſo blieben ſeine bezüglichen Arbeiten lange Zeit unbeachtet, und ebenſo übten die Arbeiten der übrigen Forſcher bis Prieſtley wenig oder gar keinen Einfluß auf die Kenntniß von der Luft aus, obwohl, wie Humboldt nachweiſt[1], ſchon Mayow (1674) und Hales (1727) den Sauerſtoff gekannt haben. Prieſtley entdeckte 1771, daß die Luft, welche ſich bei dem Athmen bildet und die atmoſphäriſche Luft zur Unterhaltung des Lebensproceſſes untauglich macht, durch die Pflanzen in eine zum Athmen taugliche umgewandelt werde. Im Verlaufe ſeiner Unterſuchungen fand er, daß durch das Athmen ein Fünftheil der atmoſphäriſchen Luft in ein anderes Gas umgewandelt werde (Kohlenſäure, von ihm fixe Luft genannt), die von Kalkwaſſer abſorbirt werden könne, und daß der Rückſtand weder das Athmen noch das Brennen zu unterhalten geeignet ſei. Er unterſuchte die Eigenſchaften der bei dem Athmen verſchwindenden Luft, ſtellte ſie dann für ſich aus dem Queckſilberoxyde dar und fand, daß alle Körper in ihr viel lebhafter brennen, als in der atmoſphäriſchen Luft. Von 1775 an vertheidigte er die Anſicht, dieſe Luft ſei das eigentliche Unterhaltungsmittel des Athmens und Brennens, ſie ſei reine, von Phlogiſton freie, alſo dephlogiſtiſirte Luft und in der atmoſphäriſchen Luft mit einer andern gemengt, der er den Namen phlogiſtiſirte Luft gab. Wir haben alſo hier den Satz, daß die atmoſphäriſche Luft aus zwei von einander gänzlich verſchiedenen Luftarten, von denen ſich die eine zu der andern dem Volumen nach wie 1:4 verhält, beſtehe. Die Namen Phlogiſton u. ſ. w. beziehen ſich auf die damals herrſchende Theorie Stahl's, nach welcher ein unwägbarer Stoff, das Phlogiſton, einen Beſtandtheil aller verbrennbaren Körper ausmacht und bei ihrem Verbrennen entweicht. Ein unverbrannter Körper war alſo eine Verbindung dieſes Phlogiſtons mit dem, was nach der Verbrennung zurückblieb, der Aſche. Die Luft, welche vorzugsweiſe ge-

1) Aphorismi 169.

eignet war, bei dem Verbrennen eines Körpers den Austritt des Phlogiſtons zu erleichtern, mußte ſelbſt wenig davon enthalten, um mehr aufnehmen zu können, war alſo dephlogiſtiſirt, während die andere, das Brennen nicht unterhaltende phlogiſtiſirt war.

Zu ähnlichen Erfolgen gelangte Scheele um dieſelbe Zeit, wenn auch auf einem ganz andern Wege.

Obwohl die beiden Entdecker des das Brennen unterhaltenden Beſtandtheiles der atmoſphäriſchen Luft entſchiedene Anhänger der Phlogiſtontheorie waren, haben ſie gerade durch ihre Arbeiten derſelben den Untergang bereitet, denn Lavoiſier ſtellte eine der alten Lehre ganz entgegengeſetzte, die ſogenannte antiphlogiſtiſche Theorie auf. Nach dieſer gibt es kein Phlogiſton, kein Princip der Verbrennlichkeit, es kann daher auch bei dem Verbrennen eines Körpers kein ſolches entweichen, dagegen iſt das, was Prieſtley dephlogiſtiſirte Luft genannt hat, ein Element, ein nicht weiter zerlegbarer Körper, der durch Aufnahme von Wärme Gasgeſtalt annimmt, der Sauerſtoff, und das Verbrennen iſt nicht nur nicht eine Trennung zweier Stoffe, des Phlogiſtons und des Rückſtandes, ſondern eine Verbindung zweier, nämlich des Sauerſtoffs und des brennenden Körpers. Die Einführung dieſer Theorie, die den alten Anſichten ſo direct widerſprach, in die Wiſſenſchaft, ging nicht ohne harte Kämpfe vor ſich, und es ſtritten ſich die Antiphlogiſtiker mit den Phlogiſtikern und dieſe wieder unter einander, da faſt jeder die neuen Entdeckungen auf eine andere Weiſe zu erklären ſuchte. Der Streit, der noch in das letzte Jahrzehent des vergangenen Säculums hineinragte, in welchem Humboldt ſeine ſchriftſtelleriſche Thätigkeit begann, endete mit dem Siege der Antiphlogiſtiker. Humboldt war von Anfang an auf deren Seite, wenigſtens ſind die Aphorismen, was die chemiſche Nomenclatur anbelangt, ganz im Sinne der Theorie Lavoiſier's gehalten. Seine Verehrung für Lavoiſier ſieht man leicht daran, daß er ihm pag. 173 das Epitheton „physicorum princeps" beilegt.

Der andere, das Brennen nicht unterhaltende Theil der atmoſphäriſchen Luft, der von Prieſtley den Namen phlogiſtiſirte Luft erhalten hatte, wurde in Azot oder Stickſtoff umgetauft.

In welchen Mengenverhältniſſen die beiden Beſtandtheile der atmoſphäriſchen Luft in ihr enthalten ſeien, wurde ſogleich nach der Erkenntniß ihrer qualitativen Zuſammenſetzung mit Eifer unterſucht, denn da der Sauerſtoff der das Brennen und Athmen unterhaltende Beſtandtheil iſt, ſchloß man alsbald darauf, daß eine verhältnißmäßig größere oder kleinere Menge deſſelben in der Luft auf deren Einfluß für die Geſundheitszuſtände

von großer Wichtigkeit ſei. Man nennt dieſe Beſtimmung Luftgütemeſſung (Eudiometrie). Scheele erhielt als Sauerſtoffgehalt der Luft 25 — 33 Volumprocente und gab als mittleres Reſultat $^9/_{28}$ oder etwa 27 Procente an. Lavoiſier ſetzte zuerſt (1776) feſt, die Luft enthalte ein Viertheil ihres Volums an Sauerſtoff, ſpäter (1777) gab er die Menge zu $^1/_5$, und im ſelben Jahre wieder zu $^1/_4$ an. In ſeiner Abhandlung über die Veränderungen der Luft unter dem Einfluſſe vieler Menſchen findet er als normales Verhältniß 27 — 28 Raumtheile Sauerſtoff und 73 — 72 Stickſtoff; in der obern Luft aus einem Krankenzimmer in einem großen Hospital fand er $18^1/_2$ Volumprocente, in der aus einem Theater bei gefülltem Hauſe 21 Sauerſtoff. Cavendiſh behauptete 1783, daß die Schwankungen, denen nach den Verſuchen der Sauerſtoffgehalt der Luft ausgeſetzt ſein ſoll, auf den Fehlern der Beobachtungsmethode beruhen, und daß eine Aenderung der relativen Sauerſtoffmenge in der Luft nicht exiſtire, ſondern daß dieſe conſtant 20,84 Volumprocente betrage.

So ſtand die Angelegenheit, als Humboldt mehrere Jahre hindurch Verſuche darüber anſtellte.

Die Methode, welcher Humboldt zunächſt ſeine Aufmerkſamkeit zuwendete, beruht auf der Einführung von Salpetergas[1] in die zu unterſuchende Luft. Wird dieſes Gas in eine Luft gebracht, welche freien Sauerſtoff enthält, ſo verbindet es ſich mit dieſem und bildet eine höhere Sauerſtoffverbindung des Stickſtoffes als es vorher war, die ſalpetrige Säure (NO_3). Bei Gegenwart von Waſſer zerfällt dieſe wieder in Salpeterſäure, die ſauerſtoffreichſte Verbindung des Stickſtoffes (NO_5), die ſich in dem Waſſer löſt, und in Stickſtoffoxyd oder Salpetergas. Bei dem Vorgange wird mithin der Sauerſtoff, der ſich in der Probeluft befindet, zur Bildung von Salpeterſäure verwendet. Je mehr ſich von der letztern bildet, um ſo mehr Sauerſtoff war vorhanden, um ſo mehr wird aber Luft aus dem Gefäße verſchwinden, in dem der Verſuch vorgenommen wurde, denn der Sauerſtoff, ſowie ein Theil des Salpetergaſes, ſind weggegangen, und aus der Menge der verſchwundenen Gaſe kann auf die vorher vorhandene Quantität des Sauerſtoffs geſchloſſen werden, wenn man vorher durch Verſuche mit Luftarten von bekanntem Sauerſtoffgehalte ermittelt hat, wieviel von dem verſchwundenen Luftantheile auf Rechnung des Sauerſtoffs und wieviel auf Rechnung des Salpetergaſes kommt.

1) Dieſes Gas entſteht durch die Einwirkung von Salpeterſäure auf Metalle; es heißt jetzt Stickſtoffoxyd und beſteht aus gleichen Raumtheilen Stickſtoff und Sauerſtoff (NO_2).

Gewöhnlich nimmt man den Verſuch in einem Glascylinder vor, der unter Waſſer mit der Probeluft gefüllt wird, und, mit einer eingeätzten Scala verſehen (calibrirt), die Luftmenge direct ableſen läßt. Da der Raum, den eine gegebene Luftmenge einnimmt, je nach Barometerſtand und Temperatur verſchieden iſt, ſo muß bei der Ablefung der Gasmengen jedesmal hierauf Rückſicht genommen werden. Außerdem haben noch die Reinheit des angewandten Salpetergaſes, ſeine Löslichkeit und Zerſetzung in Waſſer, die Weite des benutzten Cylinders u. ſ. w. Einfluß auf das Verſchwinden der Gaſe, wie auch auf die Berechnung, und mit der Beſtimmung dieſer Einwirkungen hat ſich Humboldt in dem erſten Kapitel ſeiner Verſuche über die Zerlegung der Luft beſchäftigt, indem er ſowohl die Auffindung der einzelnen Verunreinigungen und Einwirkungen, als auch die Größe ihres Einfluſſes unterſuchte.

Das Detail dieſer Arbeit übergehend, will ich mich damit begnügen, anzugeben, daß nach ſeinen Unterſuchungen das Volumen der aus dem Glascylinder nach der Einführung des Salpetergaſes verſchwundenen Luft durch 3,55 dividirt werden müſſe, um die Menge des vorhin darin enthaltenen Sauerſtoffs zu erhalten.

Die Prüfung des Sauerſtoffgehaltes der atmoſphäriſchen Luft mit Hülfe von Salpetergas oder Stickſtoffoxyd iſt nur eine Methode unter vielen, von denen mehrere noch aus dem vorigen Jahrhundert ſtammen. Unter dieſen iſt hier zunächſt die Eudiometrie mit Hülfe von Phosphor zu erwähnen, deren es ſchon damals wieder zweierlei Arten gab. Zündet man in der atmoſphäriſchen Luft Phosphor an, ſo verbrennt er bekanntlich und dieſe Verbrennung iſt nichts Anderes, als eine unter Licht- und Wärmentwicklung vor ſich gehende Verbindung des Phosphors mit dem Sauerſtoffe der Luft. Das Product dieſes Vorganges iſt die Phosphorſäure. Um Phosphor mit Sauerſtoff verbinden zu können, iſt es aber nicht nöthig ihn anzuzünden, d. h. ſeine Temperatur vorher künſtlich zu erhöhen, es reicht hierzu ſchon die gewöhnliche Luftwärme aus. Bringt man ein Stück reinen Phosphor in die Luft, ſo ſieht man alsbald, daß ſich um ihn her weiße Wolken bilden, und im Finſtern beobachtet man auch ein ſchwaches Licht um den Phosphor, das jedoch zu unbedeutend iſt, um am hellen Tage wahrgenommen werden zu können.[1] Auch hier bildet ſich eine Verbindung des Phosphors mit Sauerſtoff, doch enthält dieſe verhältnißmäßig weniger Sauerſtoff, als die Phosphorſäure,

1) Dieſe Erſcheinung hat zu der Benennung „phosphoresciren", womit man alle derlei ſchwachen Lichtentwickelungen bezeichnet, Veranlaſſung gegeben.

und wir haben alſo wieder eine, wenn auch langſame und unvollkommene Verbrennung. Geht die Verbrennung in einem geſchloſſenen Gefäße, etwa in einer umgeſtürzten, in Waſſer ſtehenden Glasglocke vor ſich, ſo nimmt der Phosphor den Sauerſtoff der ihn umgebenden Luft an ſich, und weil dieſer ſeine Luftform verläßt, ſo verſchwindet von der den Phosphor umgebenden Luft ſoviel, als Sauerſtoff wegkam, und hat man die Luft vor dem Verſuche gemeſſen, ſo wird die Menge derſelben, die nach dem Erlöſchen des Phosphors übrig blieb, angeben, wieviel von ihr kein Sauerſtoff war, nur was verſchwunden iſt, war Sauerſtoff. Selbſtverſtändlich muß bei der Abmeſſung der Luft der jeweilige Stand des Barometers wie des Thermometers berückſichtigt werden. Die langſame Verbrennung wurde zuerſt von Berthollet und Achard, die raſche Verbrennung von Reboul angewandt, weshalb auch die beiden Methoden nach dieſen Männern benannt werden.

Auch Humboldt benützte dieſe Wege zur Vergleichung ihrer Reſultate mit denen der bereits beſprochenen Unterſuchungen. Er fand nun, daß die durch das Phosphoreudiometer angezeigte Sauerſtoffmenge nie ſo groß war, als die, welche das Stickſtoffoxyd angab, und daß die Differenz bald größer, bald kleiner war. Brachte er das Stickſtoffoxyd (Salpetergas) in eine Luft, der Phosphor keinen Sauerſtoff mehr zu entziehen vermochte, ſo zeigte erſteres noch einen Theil dieſer Gasart an, aber der Sauerſtoff, den er durch die Combination beider Methoden gefunden hatte, erreichte nie das Quantum, welches das Stickſtoffoxyd allein anzeigte, und er ſchloß daraus, daß bei dem Zuſammenwirken von Phosphor und atmoſphäriſcher Luft eine dreifache gasförmige Verbindung von Sauerſtoff, Stickſtoff und Phosphor entſtehe, der das Stickſtoffoxyd den Sauerſtoff zu entziehen nicht im Stande wäre. Er wurde in dieſer Anſicht noch durch die Entdeckung Vauquelin's beſtärkt, daß die langſame Verbrennung des Phosphors in reinem Sauerſtoff nicht vor ſich geht, daß alſo die Anweſenheit des Stickſtoffes zur Einleitung einer Verbindung nothwendig iſt.

Als Endreſultat ſeiner einſchlägigen Unterſuchungen gibt er an, daß der Phosphor eine ſehr unſichere eudiometriſche Subſtanz ſei.

Außer Sauerſtoff und Stickſtoff enthält die atmoſphäriſche Luft noch einen andern gasförmigen Beſtandtheil, die Verbindung des Sauerſtoffs mit dem Kohlenſtoffe oder die Kohlenſäure. Die Quellen, aus denen unſere Atmoſphäre die Kohlenſäure ſchöpft, ſind ſehr manchfacher Art: Vulcane, Sauerbrunnen, Verbrennungen, Athmen, Gährungen u. ſ. w., und es konnte daher nicht fehlen, daß die Naturforſcher ſchon ſeit alten Zeiten auf ſie aufmerkſam wurden, doch ohne daß ihre Eigenſchaft als Gas, ſowie ihre Zuſammen-

ſetzung näher bekannt geworden wäre. Je nach ihrer Entſtehung führte ſie verſchiedene Namen, unter denen jedoch die Benennung „fixe Luft" ziemlich die Oberhand hatte, als die Anſicht von der Möglichkeit der Exiſtenz von einander verſchiedener Luftarten ſich Geltung zu verſchaffen anfing. Lavoiſier war es, der ihre Zuſammenſetzung nachwies, als er durch Erhitzen von Queckſilberoxyd Sauerſtoff erhielt, Kohlenſäure dagegen, wenn er dieſes Oxyd vor dem Erhitzen mit Kohlen vermengte. Bei der großen Rolle, die alsbald nach dem Umſchwunge, den die Chemie gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts erfuhr, der Kohlenſäure zufiel, und von der ich bereits oben bei der Pflanzenernährung geſprochen habe, war es kein Wunder, daß man ſich alsbald damit beſchäftigte, ſie in der Atmoſphäre aufzuſuchen und ihre jeweilige Quantität zu beſtimmen, was bei der geringen Menge derſelben längere Zeit viele Schwierigkeiten machte.

Ein zu dieſen Beſtimmungen eingerichtetes Inſtrument, Oxyanthrakometer, kürzer Anthrakometer, conſtruirte Humboldt. Es ſieht ziemlich aus, wie ein kurzes Gefäßbarometer, nur iſt die lange Röhre offen, die Kugel geſchloſſen, alſo umgekehrt wie bei dem genannten Barometer. Die Röhre iſt calibrirt oder ſo genau cylindriſch, daß der von ihr eingeſchloſſene Raum der Länge der Säule proportional iſt. Bei dem Gebrauche wird die Kugel und ein Theil der Röhre mit Aetzammoniak (Salmiakgeiſt) oder Kalkwaſſer, der Reſt der Röhre mit der Probeluft gefüllt, hierauf, nach Verſchließung der Röhre, durch Umdrehen des Inſtrumentes die Luft in die Kugel gebracht. Dort wird die Kohlenſäure von der Flüſſigkeit abſorbirt, die Luft wieder in die Röhre zurückgebracht, und der Verluſt, den ſie an Volumen erlitten hat, unter Bezugnahme auf die Correctionen hinſichtlich des Barometer- und Thermometerſtandes beſtimmt. Dieſer Verluſt iſt Kohlenſäure.

Ein Mann wie Humboldt konnte ſich nicht damit begnügen, eine Methode aufzufinden, mit deren Hülfe es möglich würde, dieſes oder jenes Verhältniß in der Luft näher kennen zu lernen; ihm war es ſtets um das Allgemeine zu thun, und er vergaß nie den Wald über der Betrachtung des einzelnen Baumes. Die Beſtimmung der einzelnen Beſtandtheile der atmoſphäriſchen Luft war ihm ſtets nur das Hülfsmittel, die Natur der ganzen Atmoſphäre zu ergründen, und die hier gewonnenen Reſultate wurden alsbald wieder durch Anwendung auf andere Zweige der Naturwiſſenſchaften, wie Botanik, Zoologie u. ſ. w. benützt.

Er ſtellt (S. 100) als Aufgabe der Unterſuchungen über die Kohlenſäure nachſtehende Fragen auf. Welches iſt die gewöhnliche, welches die größte oder kleinſte Menge der Kohlenſäure, die in dem Dunſtkreiſe verbreitet

iſt? Wird dieſe Menge in der heißen Zone größer als in der gemäßigten und kalten, in unſern ſchneereichen Wintermonaten geringer als im Sommer, auf hohen Bergen geringer als in der Ebene gefunden? Wie unterſcheiden ſich die Nacht- und die Tagesluft von einander, wie die Luft auf dem weiten Ocean von den waldreichen Gegenden? Alle dieſe Fragen, ſagt er, blieben bisher unbeantwortet. Weit davon entfernt, dieſe Lücke ſchon jetzt ausfüllen zu können, ſtelle ich hier nur die Reſultate derjenigen Verſuche zuſammen, welche ich ſeit drei Jahren theils mit dem Kohlenſäuremeſſer, theils in wohlcalibrirten Röhren angeſtellt habe.

Hierauf folgt eine Angabe der Quellen, aus denen die Luft ihre Kohlenſäure ſchöpft, die Angabe der Mengen davon, welche ſich in den älteren Schriften findet, ſo wie der Extreme, die das Humboldtſche Inſtrument angegeben hatte. Im Maximum zeigte dieſes 1,8, im Minimum 0,3 Procente, der Mittelwerth ſtellte ſich auf etwa 1,3. Die große Verbreitung der Kohlenſäure in der Luft (Sauſſure hatte ſie 2450 Toiſen hoch auf dem Montblanc gefunden) veranlaßte Humboldt zu dem Schluſſe, daß die Kohlenſäure nicht ein zufälliger, ſondern ein allgemein verbreiteter Beſtandtheil der atmoſphäriſchen Luft ſei, und vermöge ihrer chemiſchen Anziehung zu dem Sauerſtoffe veranlaßt werde, ſich in Höhen zu erheben, die ſie ſonſt nicht erreichen würde. Es iſt dieſes ein Satz, auf den er wiederholt zurückkommt, da er die ganze Miſchung der Luft darauf zurückführt. Die verſchiedenen Beſtandtheile der atmoſphäriſchen Luft, Sauerſtoff, Stickſtoff und Kohlenſäure, ſind nämlich von verſchiedener Dichtigkeit, und nach der Analogie mit den tropfbaren Flüſſigkeiten zu ſchließen, ſollten in der Luft die einzelnen Gasarten in verſchiedenen Schichten übereinander liegen; unten eine Lage Kohlenſäure, dann eine ſolche von Sauerſtoff, hierauf eine von Stickſtoff, wie in einem Gefäße, das etwa Oel, Waſſer und Queckſilber enthält, das Oel die oberſte, das Queckſilber die unterſte Schichte bildet. Die Atmoſphäre zeigt alle Beſtandtheile durcheinander. In der jetzigen Zeit erklärt man ſich dieſes Zuſammenſein aus dem zuerſt von Dalton ausgeſprochenen und daher nach ihm benannten Geſetze, daß alle Gasarten ſich in einem ihnen angewieſenen Raume, und zwar jede für ſich, ſo ausbreiten, als wäre ſie allein, die andern nicht vorhanden, ſo daß jede eine Atmoſphäre bildet, welche gleichſam durchdrungen iſt von den Atmoſphären der andern Gaſe. Nach dieſem Satze iſt die Stelle, wo eine Luftart weggenommen wird, auch wenn die andern Gaſe unverändert bleiben, für ſie, aber nur für ſie, wie ein leerer Raum, in den ſie zu dringen ſtrebt, um das alte Miſchungsverhältniß wieder herzuſtellen. Dieſes Geſetz war im vorigen Jahrhundert nicht bekannt, und

Humboldt ſuchte ſich daher dadurch zu helfen, daß er eine chemiſche Anziehung der Stoffe, welche den Luftkreis bilden, unter einander annahm. Auf dieſe Weiſe erklärte er ſich auch die Anweſenheit des Waſſers in der Höhe. Dieſe Anziehung nahm er nicht als unveränderlich und auch nicht als ſo groß, daß dadurch Verſchiedenheiten der Luftzuſammenſetzung an einander nahe liegenden Orten vermieden würden, denn zu Steben am Fichtelgebirge angeſtellte Verſuche mit in verſchiedenen Höhen befindlichen Kalkwaſſergefäßen ließen ihn auf eine mit wachſender Höhe abnehmende Menge der Kohlenſäure ſchließen. Dem Waſſergehalte der Luft ſchrieb er einen Theil der Veränderlichkeit der eben erwähnten Affinität zu, und kam dadurch auf die Nothwendigkeit, bei Kohlenſäurebeſtimmungen auf alle Nebenverhältniſſe Rückſicht zu nehmen. Die Beobachtungen, die er anführt, ſind theils zu Salzburg, theils in Wien und Paris angeſtellt; ſie geben einen größeren Kohlenſäuregehalt der Luft, als derſelbe in ſpäterer Zeit gefunden wurde (die Luft enthält nur etwa $^{9}/_{20000}$ Theile). Man kannte damals die Mittel, eine Luft von ihrem Waſſergehalte zu befreien, nicht ſo gut als jetzt, und arbeitete auch mit zu kleinen Quantitäten von Luft, als daß ein genaues Reſultat hätte erzielt werden können, weshalb alle Verſuche der damaligen Zeit, nicht blos die Humboldts, zu große Zahlen lieferten.

Auch die Sauerſtoffbeſtimmungen, die Humboldt veröffentlichte, gaben ein höheres Reſultat (26—27 Procente), als ſich ſpäter herausgeſtellt hat. Er war es aber nicht allein, der ſo hohe Ziffern erhielt, denn faſt alle Beobachtungen der damaligen Zeit ſtimmen damit überein, weil man ſich allgemein des Stickſtoffoxydes zur Eudiometrie bediente, das vorzugsweiſe darum mehr Sauerſtoff anzeigt, als wirklich vorhanden iſt, weil es von dem Waſſer, das zur Abſperrung der Probeluft genommen werden muß, da Queckſilber ſich zur Zerlegung der ſalpetrigen Säure nicht eignet, ſtark abſorbirt wird und dieſer Verluſt durch Abſorption wenigſtens theilweiſe für verſchwundenen Sauerſtoff angeſehen wurde. Warum man damals vorzugsweiſe das Salpetergas genommen hat, erklärt ſich daraus, daß es unter den bekannten eudiometriſchen Mitteln für dieſelbe Luft die am meiſten zuſammenſtimmenden Reſultate gab, denn die Methode von Volta (Verbrennen einer gemeſſenen Quantität Waſſerſtoff in der Probeluft) bot damals theils wegen der Schwierigkeit, den Waſſerſtoff rein herzuſtellen, theils wegen der Umſtändlichkeit des Verfahrens manche Nachtheile, und war auch weniger bekannt. Theilweiſe nahm man es, weil bei ſeiner Anwendung die Ziffern für den Sauerſtoff am größten ausfielen. Man war ſogar geneigt, die Menge des gefundenen Sauerſtoffs für zu ge-

ring für die große Rolle anzuſehen, die dieſer Körper in der Natur ſpielt, und darum ſagt auch Humboldt, wie ſich der geringen von ihm gefundenen Sauerſtoffmenge wegen entſchuldigend, S. 169: „Scheiden wir durch das Salpetergas wirklich allen Sauerſtoff aus dem Luftkreiſe ab, oder bleibt ein Theil deſſelben zurück? Die Verſuche, welche in meiner Abhandlung über die oxydirten Phosphorſtickgaſe enthalten ſind, lehren, daß das Salpetergas noch Sauerſtoff in einem Azote entdeckt, welches durch Phosphoralkali bereitet iſt. Kennten wir das Salpetergas oder die Wirkung der reinen Erden nicht, ſo würden wir kein Mittel haben, uns von der Gegenwart des Oxygens im Rückſtande des Phosphoreudiometers zu überzeugen, vielleicht entdecken wir bald einen Stoff, der durch größere Ziehkraft auch in dem durch Salpetergas bereiteten Stickgas noch Oxygen entdeckt. Viele Umſtände machen es aber wahrſcheinlich, daß eine gleiche Quantität Stickgas auch immer eine gleiche Quantität Oxygen zurückhält oder verbirgt.“

Dieſe Stelle dürfte auch zugleich als Beleg zu den oben ausgeſprochenen Sätzen über Humboldt's Anſicht von der Miſchung der Gasarten dienen.

Eine Frage, welche vor 60 Jahren die Naturforſcher vielfach beſchäftigte, war die, woher das bei chemiſchen Proceſſen ſo vielfach beobachtete Licht komme. Newton hatte das Licht daraus erklärt, daß leuchtende Körper ganz kleine Theilchen nach allen Seiten ausſenden, welche dann das Auge durchdringend auf der Netzhaut die Empfindung des Lichtes hervorbringen, und dieſe Theorie war am Ende des vorigen Jahrhunderts überwiegend die herrſchende. Soll ein Stoff aus irgend einer Verbindung abgeſchieden werden können, ſo muß er offenbar darin vorhanden ſein, und es war daher damals eine Hauptaufgabe, den Lichtſtoff aus den Körpern abzuſcheiden oder doch darin nachzuweiſen. Sollte er nun in verſchiedenen Körpern ſein oder in einem einzigen, der dann der Träger alles Lichtes wäre, und ohne den ein Leuchten zu den Unmöglichkeiten gehörte? Viele neigten ſich zu der Anſicht, den Sauerſtoff als eine Verbindung des Lichtſtoffes mit irgend einem andern Körper zu betrachten.

Auch Humboldt beſchäftigte ſich mit dieſer Aufgabe. Man war geneigt, zu glauben, daß der Sauerſtoff, oder ſtrenger genommen der Grundſtoff, der mit dem Lichte den Sauerſtoff bildet, wenn er ſich irgendwo entwickelte, Licht aufnehme und dieſes wieder abgebe, wenn er durch Verbrennen wieder eine Verbindung eingehe. So wäre das Waſſer nicht eine Combination von Sauerſtoff und Waſſerſtoff, ſondern von einem Elemente und dem letzteren. Bei der Waſſerzerlegung, dachte man, werde dieſes Element iſolirt,

nehme dabei Licht auf und bilde Sauerſtoff; bei der Verbrennung verbinde es ſich wieder mit dem Waſſerſtoff und gebe das Licht ab. Humboldt bereitete Sauerſtoff im Finſtern; hier konnte alſo der Beſtandtheil deſſelben kein Licht aufnehmen, aber dennoch gab er es, wenn man ihn zu irgend einer Verbrennung benützte, ab, wie wenn er im Lichte dargeſtellt wäre, und daraus ſchloß unſer Forſcher richtig, daß der Lichtſtoff unmöglich an den Sauerſtoff allein gebunden ſein könne. Im Verlaufe ſeiner Unterſuchungen kommt er allerdings darauf, daß manche Lichterſcheinung, wie das Leuchten des Phosphors und das Faulen des Holzes, nur bei Anweſenheit von Sauerſtoff möglich ſei, aber die Lichterſcheinungen, die mit mehreren chemiſchen Verbindungen, wie z. B. der des Schwefels und Kupfers, auch ohne Anweſenheit von Sauerſtoff verknüpft ſind, ferner die elektriſchen Lichterſcheinungen beweiſen ihm, daß der Sauerſtoff nicht der einzige Träger des Lichtes ſei, und er hält es für wahrſcheinlicher, daß der Lichtſtoff wie der Wärmeſtoff ſich mit allen Subſtanzen, die von den Sonnenſtrahlen getroffen werden, chemiſch verbinden könne.

Anm. Die vorſtehende Unterſuchung veröffentlichte Humboldt in den Abhandlungen der naturforſchenden Geſellſchaft zu Berlin, und ließ ſie in der oben erwähnten Sammlung ungeändert abdrucken, verſah ſie jedoch mit einem Zuſatze, in dem er erklärt, daß er von der Exiſtenz eines Licht- und Wärmeſtoffes durchaus nicht überzeugt ſei, und daß er keine Erfahrung kenne, welche die Phänomene des Lichtes, der Wärme, der Elektricität, des Magnetismus und Galvanismus als von eigenen Subſtraten abhängig charakteriſirt. Er neigt ſich bereits zu der Annahme hin, daß die erwähnten Erſcheinungen nicht auf dem Daſein irgend eines beſtimmten materiellen Subſtrates, ſondern auf einem vorübergehenden Zuſtande der Materie beruhen, eine Anſicht, deren Richtigkeit jetzt wenigſtens für Licht und Wärme vollkommen erwieſen, für die andern Erſcheinungen in hohem Grade wahrſcheinlich iſt; doch hält er es für zweckmäßig, um die Vorgänge zu bezeichnen, einſtweilen die Namen Licht- und Wärmeſtoff ꝛc. beizubehalten. Neben der Newtonſchen Theorie, daß das Licht von kleinen vom leuchtenden Körper ausgeſandten Theilchen ausgehe, beſtand im vorigen Jahrhundert noch die Huyghensſche, nach der das Licht aus Schwingungen eines ganz dünnen den Weltenraum ausfüllenden Mediums, alſo aus einem vorübergehenden Zuſtande eines materiellen Stoffes, erklärt wird; doch war das Anſehen dieſer letzteren Anſicht dem der vorhergehenden weit untergeordnet. Erſt ſeit 1812, als Malus die Polariſation des Lichtes entdeckte, die ſich ſehr gut nach der wenig modificirten Huyghensſchen, nicht aber nach der Newtonſchen Theorie erklären ließ, gewann erſtere das Uebergewicht und iſt ſeitdem durch eine große Menge neuer Entdeckungen die allein herrſchende geworden. Wir ſehen aus dem Vorſtehenden, daß Humboldt auf chemiſchem Wege zu Schlüſſen über das Licht gelangte, die der großen Mehrzahl ſeiner Zeitgenoſſen, welche die Exiſtenz eines materiellen Lichtſtoffes für

ausgemacht hielten, entgegen ganz den gegenwärtigen Anſichten entſprechen, die, wie man mit Sicherheit annehmen kann, keinen Umſturz mehr zu fürchten haben.

Ueber die unterirdiſchen Gasarten und die Mittel, ihren Nachtheil zu vermeiden.

Unter den vielen Gefahren, denen der Bergmann, indem er die unterirdiſchen Schätze aus den Tiefen holt, ausgeſetzt iſt, ſtehen diejenigen oben an, welche er in den Gaſen zu beſtehen hat, denn der beſtändige Austauſch, der in der Höhe ſtattfindet und die theilweiſe veränderte und dadurch zum Athmen wie zum Brennen untauglich gewordene Luft durch friſche erſetzt, findet dort nur auf eine ſehr unvollkommene Weiſe ſtatt, und viele Arbeiter ſind ſchon die Opfer derſelben geworden.

Das menſchenfreundliche Herz Alexanders v. Humboldt konnte bei dieſen Mißſtänden, denen er in ſeiner Eigenſchaft als Oberbergmeiſter ſo oft begegnen mußte, nicht ungerührt bleiben, und er hat darum auch dieſem Gegenſtande ſeine beſondere Aufmerkſamkeit zugewendet. Wie aber Alles, womit er ſich beſchäftigte, ſich unter der Hand, ohne daß er es zu beabſichtigen ſchien, in ein wiſſenſchaftliches Gewand kleidete, ſo entſtand aus dieſen Arbeiten eine Darſtellung der Luftverhältniſſe der Tiefen, der er nicht mit Unrecht den Namen einer unterirdiſchen Meteorologie gab.

Der erſte Punkt, dem er ſeine Aufmerkſamkeit zuwandte, war die Unterſuchung der Oertlichkeiten.

Die Luftgemenge oder Wetter, welche den Gegenſtand dieſer unterirdiſchen Meteorologie bilden, kommen im Innern der Erde unter verſchiedenen Localverhältniſſen vor, je nachdem ſie mit der äußern Luft in keiner Verbindung ſtehen oder damit zuſammenhängen.

Wenn auch den Pendelunterſuchungen zufolge die Erde im Innern nicht hohl, ſondern ſogar mit einem Stoffe angefüllt iſt, der eine bedeutende Dichtigkeit beſitzt, ſo finden ſich doch in faſt allen Gebirgsarten, ältern wie jüngern, namentlich aber in den vulcaniſchen, kleinere oder größere Räume, die hohl ſind und ein von der atmoſphäriſchen Luft oft ſehr verſchiedenes Gasgemenge enthalten, das bei dem Oeffnen der Höhlung hinaustritt. Dadurch kann ein ganzer Stollen für einige Zeit unzugänglich werden, womit dann, da alle Lichter plötzlich erlöſchen und die umſtehenden Bergleute

unter dem Einfluſſe des Gaſes dahin ſinken, ein Unglücksfall fertig iſt, weil wegen der nunmehrigen Finſterniß auch die Rettung in vielen Fällen unmöglich wird.

Die in den beſprochenen hohlen Räumen enthaltene und mit der Atmoſphäre urſprünglich nicht communicirende Luft übertrifft zwar weitaus die Maſſe der in den künſtlichen Weitungen befindlichen, mit der Oberwelt in Verbindung ſtehenden; da ſie aber nur zum geringſten Theile frei wird, — denn es liegen die wenigſten Höhlen im Wege des Bergmannes, — ſo wird die letztere Luft mehr als erſtere für den Menſchen von Bedeutung ſein, und ihre Verhältniſſe werden beſonders berückſichtigt werden müſſen. Die künſtlichen Weitungen, welche der Menſch in dem feſten Erdkörper ausgehöhlt hat, und die unterirdiſche Luftmaſſe, welche denſelben erfüllt, ſind ungleich größer, als man gemeinhin glaubt, denn in dem ganzen unterirdiſchen Deutſchland könnten wohl einige Millionen Menſchen Platz finden, doch ſind die Wetter größtentheils auf enge Räume eingeſchränkt. Die Localverhältniſſe ſind durchaus maaßgebend und es iſt vollkommen irrig, zu glauben, daß immer die engeren Räume eine unreinere Luft enthielten als die weiteren, oder daß die unterirdiſchen Luftſchichten mit zunehmender Tiefe an Reinheit abnehmen. Faſt jedes deutſche Bergrevier bietet manchfache Beiſpiele von Gruben dar, in denen an den tiefſten Punkten die friſcheſten Wetter gefunden werden, während die oberen Strecken mit lichtverlöſchenden Gasarten angefüllt ſind. Witterungswechſel, Zimmerung, Verwitterung des Quergeſteins, Waſſergehalt deſſelben, offene Klüfte, welche Luft ausſtoßen, und andere Urſachen verändern den Sauerſtoffgehalt der Gruben öfter, faſt von Lachter zu Lachter.

In den Verhältniſſen, unter denen ſich die unterirdiſche Luft abweichend von denen der atmoſphäriſchen befindet, iſt am auffallendſten die Abweſenheit des Lichtes, doch hat den Verſuchen zufolge die Entziehung des Sonnenlichtes keinen bemerkbaren Einfluß auf die Miſchung der Gasarten. Humboldt beſpricht hierauf die elektriſchen Verhältniſſe, ſowie die der Feuchtigkeit der unterirdiſchen Luft, und vergleicht ſie mit denen der obern Schichten, ſo weit die damals bekannten Thatſachen und Inſtrumente es zuließen.

Die Wärme der Gruben in den gemäßigten Erdſtrichen fand er der mittleren der atmoſphäriſchen Luft ſehr nahe und er erklärte die größeren Abweichungen durch die Einflüſſe von außen kommender Störungen, wie Luftzug u. ſ. w., doch macht er darauf aufmerkſam, daß mitunter unabhängig von außen ſtellenweiſe wärmere Luftſchichten vorkommen, deren höhere Temperatur er dort ſtattfindenden chemiſchen Vorgängen zuſchrieb. Irrespirable Luftarten, die in der Tiefe vorkommen, üben zwar auf den Menſchen

einen Einfluß aus, der dem Gefühle der Schwüle ſich nähert, doch ſind ſie darum nicht wärmer.

Bemerkenswerth iſt, wie ſich Humboldt über die Zunahme der Wärme in größeren Tiefen ausſpricht. Er ſagt (S. 103): „Genſane behauptet, daß die Wärme des Erdkörpers mit der Tiefe der Erdſchichten zunehme und daß die tiefern Strecken daher wärmer als die obern wären. Dieſe Behauptung gründet ſich aber auf eine einzelne Erfahrung aus den Bergwerken zu Giromagnie und wird durch alle neueren Verſuche widerlegt. Wenn es auch wahrſcheinlich iſt, daß der Erdkörper gegen ſeine Oberfläche hin bereits mehr von ſeiner Grundwärme als im Innern eingebüßt habe, ſo wird dieſer Unterſchied für uns doch unbemerkbar ſein. Die Tiefe, zu der wir mit einem Schachte eindringen, iſt ſo unbeträchtlich, daß ſie keine Temperaturerhöhung von 0,000001 Grad betragen kann. Ja! betrüge ſie auch 0,5°, ſo würde ſie doch bei der Einwirkung ſo manchfaltiger localer Urſachen für uns verſchwinden. Chemiſche Zerſetzungen im Quergeſteine haben wahrſcheinlich zu Giromagnie das Thermometer in 226 Lachter Tiefe auf 18,5° ſteigen machen. Denn wenn die von Genſane bemerkte Temperaturzunahme von 8,5° in 164 Lachter ſchon der Nähe des Erdcentrums zuzuſchreiben wäre, ſo müßte das letztere ſich freilich in einer Glühhitze befinden, welche noch die der Buffonſchen Hypotheſen weit überſtiege.“

Der hier angeführte Satz betrifft die Centralwärme. Bereits die altgriechiſchen Philoſophen Zeno und Empedocles hatten zur Erklärung der vulkaniſchen Erſcheinungen die Theorie aufgeſtellt, daß im Innern der Erde eine ſehr bedeutende Hitze, das Centralfeuer, ſein müſſe, und die Spuren dieſer vulkaniſtiſchen Schule laſſen ſich, wie die der neptuniſtiſchen, von der damaligen Zeit bis zu uns verfolgen. Unter den Vulkaniſten war auch Buffon (1743), der die Erde als einen urſprünglich feuerflüſſigen Körper betrachtete, der ſich von der Sonne losgeriſſen und allmälig abgekühlt hat, wobei durch unregelmäßige Abkühlung und Zuſammenziehung auf der ſchlackigen Kruſte, Berge und Thäler zum Vorſchein kamen. Die Neptuniſten erkannten das Centralfeuer nicht an, die Erde hatte nach ihnen nie eine beſonders große Hitze und darum ſollten auch bei den Temperaturbeſtimmungen in verſchiedenen Tiefen nie bemerkbare Verſchiedenheiten vorkommen, die nicht durch andere Urſachen zu erklären wären. In dem vorſtehenden Citate ſehen wir daher Alexander v. Humboldt noch als Neptuniſten, der etwa gefundene Temperaturdifferenzen aus localen Wirkungen zu erklären ſucht, von einer großen Hitze das Erdinnern aber nichts wiſſen will. Die Genſaneſche Beſtimmung war auch damals noch ziemlich vereinzelt, aber

mit dem, was man jetzt über die Temperaturzunahme der Erde bei wachſender Tiefe weiß, ſteht die Genſaneſche Meſſung mit einer Zunahme von 8,5 Graden auf 162 Lachter durchaus nicht im Widerſpruch.

Ich muß hier an das erinnern, was ich bereits oben S. 21 erwähnte.

Rückſichtlich ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung iſt an manchen Orten die Grubenluft von der atmoſphäriſchen nicht verſchieden, an den meiſten dagegen weicht ſie ſehr davon ab. Das Quergeſtein (d. h. die metallleere Gebirgsart), die Erze oder kohlenſtoffhaltigen Foſſilien, auf welche man gräbt, das Grubenholz, die unterirdiſche Vegetation, die ſtehenden Waſſer, das Feuerſetzen und Schießen, das Athmen der Menſchen, die Unreinheit ihrer Kleider, ſowie das Brennen der Lichter, tragen alle dazu bei, die unterirdiſche Luft zu modificiren. Das Quergeſtein wirkt durch die in ſeinen Zwiſchenräumen und Klüften enthaltenen Gasarten, die in der Regel atmoſphäriſche Luft mit überſchüſſigem Stickſtoff ſind, bisweilen, namentlich in Kohlen- und Alaunſchiefergruben, kohlenſaures und waſſerſtoffhaltiges Gas (matte und ſchlagende Wetter) enthalten, theils dadurch, daß es den Sauerſtoff der umgebenden Luft anzieht und ſich mit ihm verbindet, ſo daß alſo auch hier die Atmoſphäre ärmer an dieſem Gaſe wird. Es verdient hier beſonders der Gehalt an Kohlenſtoff, den wir an vielen Geſteinen, wie Thonſchiefer, Kieſelſchiefer u. ſ. w., beobachten, Berückſichtigung, da beſtändig eine langſame Verbrennung deſſelben ſtattfindet. Auch das zur Verzimmerung der Schachte verwandte Holz wirkt in dieſer Weiſe, und verdirbt bei ſeinem Faulen die Luft. Die Wirkung der matten Wetter iſt vorzugsweiſe eine negative, ſie beruht auf dem Mangel an Sauerſtoff; die ſchlagenden Wetter ſind gefürchtet, weil ſich bei der Mengung von (Kohlen-) Waſſerſtoff mit der atmoſphäriſchen Luft ein Gas bildet, das bei der Berührung mit brennenden Lichtern ſich entzündet und mit Exploſion verbrennt.

Nachdem Humboldt die Entſtehung und Beſchaffenheit der Grubenwetter beſprochen, geht er über auf die verſchiedenen Mittel, die angewendet werden, um dem Nachtheil der Gaſe vorzubeugen. Dieſe ſind höchſt manchfaltiger Natur und mitunter mit großen Unkoſten verknüpft. Hieher gehören vorzugsweiſe diejenigen Stollen, welche eigens zu dem Zwecke getrieben werden, um durch den in den verſchiedenen Gängen hervorgebrachten Zug für gehörige Erneuerung der Luft zu ſorgen und ſo das Leben des tief in der Erde grabenden Arbeiters und das Brennen ſeiner Lampe zu erhalten. Außerdem wurde der Luftwechſel auch noch durch zweckmäßig angebrachte Feuerung, Gebläſe, durch Zufluß von friſchem Waſſer und auch namentlich in der den Humboldtſchen Schriften zunächſt vorhergehenden Zeit ſtellenweiſe durch Zu-

leitung von Sauerſtoff hervorgerufen, ſo wie auch die brennbaren Wetter durch öfter wiederholtes Abbrennen, um zu große Anſammlungen von Gas zu vermeiden, unſchädlich gemacht. Humboldt macht hier auf die unter der Erde wachſenden Schwämme, namentlich die Byſſusarten, aufmerkſam, die fort und fort Waſſerſtoff ausathmen und außerdem noch viel zur Zerſtörung des Holzes beitragen, gibt den Rath, dieſe Schwämme, ſowie ſie ſich zeigen, alsbald zu entfernen, und geht dann auf ein neues von ihm erdachtes Mittel über. „Ich ging hiebei anfangs", ſagt er S. 250, „auch von der Idee aus, die Räume, in denen die Grubenarbeit verrichtet werden ſoll, mit Lebensluft oder einer künſtlich bereiteten atmoſphäriſchen Luft zu füllen. Je mehr aber eigene Verſuche und Bekanntſchaft mit den Erfahrungen Anderer lehrten, daß man nur durch äußerſt koſtbare und immer unzulängliche Vorrichtungen dazu kommen könne, die ganze Maſſe der böſen oder matten Wetter, in welchen der Bergmann leben und arbeiten ſoll, in reſpirable Luft umzuſchaffen, je mehr überzeugte ich mich von der Nothwendigkeit, daß man die Vorrichtungen für Brennen der Lichter von denen für die Reſpiration der Arbeiter abzuſondern ſuchen und ſtatt die Wetter für Reſpiration und Lichterhaltung zugleich zu verbeſſern, für die eine Art eine von ihnen unabhängige, nie verlöſchende Lampe, für die andere Art derſelben eine von ihnen ebenfalls unabhängige Reſpirationsmaſchine zu erfinden ſuchen müſſe. Die Natur der matten und böſen Grubenwetter führte mich ſelbſt darauf. Bei weitem die gewöhnlichſten, die matten Wetter ſind nur lichttödtend, der Reſpiration aber weniger ſchädlich; dagegen andere erſtickend und lichttödtend zugleich ſind."

Die Lampe, welche Humboldt conſtruirte, hat eine durchaus einfache Einrichtung. Ein Kaſten von Blech iſt durch eine horizontale Zwiſchenwand in zwei Theile getheilt, von denen der obere Waſſer, der untere Sauerſtoff oder auch nur atmoſphäriſche Luft enthält. Durch einen durchbohrten Hahn kann die Verbindung zwiſchen beiden Räumen hergeſtellt, unterbrochen oder in beliebiger Weiſe regulirt werden. Eine Röhre führt von dem Luftbehälter zur Lampe. Wird nun der Hahn geöffnet, ſo fällt das Waſſer aus dem obern Raume in den untern, nimmt dort den Platz eines Theils Luft ein und dieſe wird daher durch das Rohr zur Lampe gehen, deren Brennen ſie unterhält. Je ſparſamer man mit der Zuführung von Luft iſt, um ſo länger wird man ohne neue Füllung des Behälters ausreichen und es iſt daher Aufgabe, die austretende Luft möglichſt zu benutzen, um möglichſt wenig austreten laſſen zu müſſen. Als beſte Vorrichtung erkannte Humboldt diejenige, bei welcher die Luft durch mehrere ganz

enge Löcher in eine nach Argand'ſchem Principe eingerichtete Lampe bringt; doch reicht auch ſie nicht in den ſehr böſen Wettern aus, da ſie das Licht vor dem Erlöſchen zu ſichern nicht vermag.

Nach dem Argand'ſchen Principe wird die Luft in den innern Raum eines Dochtcylinders gebracht und kommt, da ſie das Innere der Flamme durchdringt, mit derſelben in ſehr enge Berührung, wovon der Vortheil herrührt, der ihr die allgemeine Anwendung verſchafft hat, in der wir ſie jetzt finden. Hat man um die Flamme einen Glascylinder angebracht, ſo geht die erwärmte Luft durch denſelben in die Höhe, ſo daß ein ſtarker Zug entſteht, dem die äußere Luft folgt; da ſie aber des Glaſes wegen nicht zur Seite hereinkommen kann, ſo ſtrömt ſie von unten her ſowohl an die innere als auch an die äußere Seite des Lichtes, und befördert dadurch das Brennen und Leuchten in hohem Grade. Man wird daher bei einer Argand'ſchen Lampe beide alsbald abnehmen ſehen, wenn man den innern oder den äußern Kanal verſtopft. Bei der Lampe Humboldt's wird die atmoſphäriſche Luft in den innern Raum des Cylinders gebracht, an deſſen äußere Seite die Grubenluft dringt. Hat dieſe die Fähigkeit, das Brennen zu unterhalten, auch nur in untergeordnetem Grade, ſo erlöſcht doch darum des Zuſchuſſes wegen, der innen ſtattfindet, die Lampe noch nicht, wohl aber geſchieht dieſes, wenn von außen zur Erhaltung der Flamme gar nichts geſchieht, wenn die Grubenluft mit Kohlenſäure zu ſehr überladen, mit Sauerſtoff zu wenig verſehen iſt. Für dieſen Fall ſorgte Humboldt dadurch, daß er die Flamme, mit einem hohlen Ringe umgab, deſſen Inneres mit dem Luftreſervoir in Verbindung ſteht, und der auf ſeiner innern (gegen die Flamme gekehrten) Seite mit einer großen Anzahl ganz kleiner Löcher verſehen iſt. Auf dieſe Weiſe iſt auch für den Zutritt von Luft auf die Außenſeite der Flamme geſorgt.

Iſt für die Lampe geſorgt, welche die unterirdiſchen Räume erhellen ſoll, ſo bleibt als zweite Aufgabe die Aufſuchung des Mittels, welches die Reſpiration des dort arbeitenden Menſchen möglich macht.

Der Bedarf eines Menſchen an atmoſphäriſcher Luft iſt nicht unbedeutend, nicht ſo ſehr des zu einer einmaligen Einathmung nöthigen Quantums wegen, ſondern weil ſich letztere ſo oft wiederholt. Eine Inſpiration fordert nach Humboldt 40 Cubikzoll (faſt eine Bouteille) Luft und geſchieht in einer Minute 18, ſeltener 17mal, woraus hervorgeht, daß ein Menſch in nicht ganz 2½ Minuten einen ganzen Cubikfuß Luft nothwendig hat. Einmal benutzte Luft läßt ſich nicht leicht zweimal einathmen. Die benöthigte Luft nimmt der Menſch in einem Behälter mit ſich in den zu beſuchenden Ort, der Behälter iſt mittelſt eines Rohres mit einem Viſire ver-

bunden, das man an dem Geſichte befeſtigt, oder mit einem Mundſtücke, das zwiſchen die Zähne genommen wird. Das Rohr hat eine Gabelung, deren einer Arm gegen den äußern Raum, deren anderer zum Luftſacke führt. In dem erſten Aſte iſt ein Ventil A, das ſich öffnet, wenn man in das Mundſtück bläſt, in dem zweiten ein ſolches B, das ſich bei dem Saugen öffnet. Hat man das Viſir vor dem Geſichte und athmet man ein, ſo ſchließt ſich A, während die Luft aus dem Sacke durch B in die Lunge kommt; bei dem Ausathmen ſchließt ſich B, öffnet ſich A und die ausgeathmete Luft entweicht. Das Material des Luftſackes iſt Leder, Wachsleinwand oder überfirnißter Taffent.

Die beiden Humboldtſchen Apparate ſcheinen in neuerer Zeit gänzlich außer Gebrauch gekommen zu ſein, doch wäre ihre Anwendung an manchen Orten und zwar nicht nur in Gruben, ſondern auch anderwärts, wie z. B. in Kellern, in denen ſich gährende Flüſſigkeiten befinden, in tiefen Brunnen u. ſ. w., um ſo mehr zu empfehlen, als ſie in der Gegenwart, wo man ein zu ſo mancherlei Gebrauch geeignetes Material, wie das Cautſchouk beſitzt, bedeutende Verbeſſerungen zulaſſen. Es iſt möglich, daß die Humboldtſche Sicherheitslampe neben der Davy'ſchen vergeſſen wurde; aber gerade die beiden Lampen completiren ſich gegenſeitig, denn die Humboldtſche eignet ſich für die matten, die Davy'ſche für die ſchlagenden Wetter.

Humboldt ſorgt in ſeinem Apparate dafür, daß das Licht in der Grube fortbrennt, und ſeine Lampe iſt daher für Localitäten, in denen ſauerſtoffarme Luft ſich befindet, nicht aber für ſolche, in denen die Luft ſelbſt ſich entzündet und mit Exploſion verbrennt. Gegen dieſen Fall iſt keine Vorſorge getroffen. Im Gegenſatze hiezu ſorgt Davy gar nicht für die Erhaltung der Flamme in der unterirdiſchen Gasart, er umgibt aber das Grubenlicht mit einem ganz engen Gitter von Metalldraht, und verhütet dadurch, daß das Feuer von dem Lichte ſich über die ganze Grube ausbreitet. In den Steinkohlenbergwerken hat der Bergmann vorzugsweiſe die ſchlagenden Wetter zu fürchten; hier nützt ihm die Humboldtſche Lampe nicht, er muß die Davy'ſche ergreifen, dagegen muß er in den übrigen Gruben, die an Sauerſtoff Mangel leiden, zur Humboldtſchen Beleuchtung ſeine Zuflucht nehmen, da die Davylampe wie eine gewöhnliche andere erlöſcht.

Zweiter Abschnitt.

Humboldt's Mannesjahre.

1799 — 1828.

A. Seine Thätigkeit im Allgemeinen.

In dem ersten Abschnitte von Humboldt's Leben sehen wir in seinen Arbeiten den emsigen Beobachter, der mit jugendlicher Strebsamkeit fort und fort beschäftigt war, den Reichthum menschlichen Wissens zu vermehren, und durch Herbeibringen neuer Bausteine die Aufführung des Gebäudes der Naturkunde zu befördern. Beobachtungen zu machen, und der Natur durch Experimente Fragen vorzulegen, war das Hauptmoment der ersten wissenschaftlichen Arbeiten Humboldt's und erst in der späteren Zeit des ersten Abschnittes bei den Versuchen über die gereizte Muskel- und Nervenfaser sehen wir auch die Anfänge des Bestrebens, aus einer größeren Anzahl von Beobachtungen das Resultat zu ziehen und dieselben von einem gemeinsamen Standpunkte zu betrachten, d. i. die Gesetze zu suchen, nach denen eine größere Anzahl von Erscheinungen sich regelt.

Die Untersuchung des zweiten Abschnittes bietet gegen die des ersten einen nicht zu übersehenden Unterschied. Wir finden zwar auch hier, daß ein großer Theil von Humboldt's Arbeiten den Beobachtungen gewidmet war, aber nebenher tritt das unverkennbare Bestreben hervor, die Gesetze der Erscheinungen aufzusuchen, so daß man ohne großen Fehler annehmen kann, daß die beiden Theile wissenschaftlicher Beschäftigung, die Beobachtung und die Vergleichung der Beobachtungsresultate sich das Gleichgewicht halten. Wenn übrigens das Bestreben nach Zusammenfassen einer größeren Anzahl von Thatsachen in dem vorliegenden Lebensabschnitte Humboldt's mehr hervortritt als im ersten, so würde doch der Schluß unzulässig sein, daß ihm die Wissenschaft aus der zweiten Zeit seiner Thätigkeit weniger an Beobachtungen zu verdanken habe, als aus der ersten, denn gerade jetzt kommen wir zu derjenigen Epoche, welche am meisten neues Material lieferte.

Abgesehen davon, daß der zweite Abschnitt unserer Eintheilung eine größere Anzahl von Jahren umfaßt, als der erste, ist noch ein Hauptumstand wohl zu berücksichtigen, die Aufgabe des Naturforschers, sich mit den Arbeiten der Vorgänger vertraut zu machen. Da nämlich jeder Mensch, der ein beliebiges Fach ergreift, mit dessen Anfangsgründen beginnen muß, so nimmt das Studium der bereits vorhandenen Resultate eine nicht geringe Zeit in Anspruch, eine Zeit, die um so bedeutender sein muß, je größere Ausdehnung das gewählte Fach besitzt, oder wenn man, wie wir bei Humboldt sehen, sich nicht auf ein einziges beschränkt, sondern deren eine ganze Reihe betreibt. Die Arbeiten, die wir aus der ersten Epoche des großen Mannes besitzen, sind daher in gewissem Grade nur als die Erübrigungen zu betrachten, die er während seiner Studienzeit machte.

Hat man sich einmal mit dem, was vorhanden ist, bis zu einem gewissen Grade vertraut gemacht, so darf man natürlich nicht unterlassen, die Arbeiten der Mitwelt kennen zu lernen, sich auf dem Laufenden zu erhalten; aber die Zeit, welche hievon in Anspruch genommen wird, ist jetzt geringer als diejenige, welche von dem Erlernen des noch fremden Gegenstandes in Anspruch genommen wurde.

Aus diesem Grunde zeigt auch der gegenwärtige Abschnitt aus Humboldt's Leben in Beziehung sowohl auf die Menge der von ihm herrührenden Beobachtungen, als auch auf die Art, wie er diese selbstständig unter einander verband und anregend auf die Thätigkeit Anderer einwirkte, eine erhöhte Bedeutung.

Den Anfang unseres zweiten Abschnittes macht die Reise Humboldt's nach Amerika.

Schon seit geraumer Zeit hatte ihn die Sehnsucht beherrscht, fremde Länder zu durchforschen, allein die Ausführung dieses Lieblingsplanes ließ lange auf sich warten, weil die Kriege, mit denen das jetzige Jahrhundert begann, ihm fort und fort Hindernisse in den Weg legten. Nachdem seine Absicht, eine Expedition französischer Gelehrter nach Aegypten zu begleiten, durch die Schlacht von Abukir vereitelt worden, bot sich ihm durch Vermittelung des schwedischen Consuls Sciöldebrand eine neue Gelegenheit, Afrika und Aegypten zu besuchen, und er beschloß daher zugleich mit Bonpland, einem jungen französischen Botaniker (geb. 27. Aug. 1773 zu La Rochelle) davon Gebrauch zu machen, um später mit der Pilgerkarawane nach Mekka und von da über Persien nach Ostindien zu gehen. Die beiden Gefährten reisten demzufolge nach Marseille ab; da aber das Fahrzeug, auf dem sie die Reise machen wollten, nicht dahin kam, beschlossen sie, einstweilen

nach Spanien zu gehen. In Madrid eröffnete ſich die Ausſicht, die ſpaniſchen Colonien in Amerika zu beſuchen, der auch in der That bald die königliche Erlaubniß hiezu folgte.

Die Krone von Spanien hütete die ſchönen Beſitzungen, die ihr die Beuteluſt der Conquiſtadoren in Amerika verſchafft, mit dem eiferſüchtigſten Mißtrauen, denn ſich wohl bewußt, wie wenig ſie gethan habe, um ſich die Zuneigung ihrer dortigen Unterthanen zu erwerben, ſuchte ſie mit ängſtlicher Sorgfalt jede Berührung derſelben mit Fremden zu verhindern. Seitdem Bouguer und La Condamine in den Jahren 1735—1744 in Peru die Größe des Gradbogens beſtimmt hatten, hatte kein Gelehrter, der nicht in Spanien geboren war, die Colonien beſuchen dürfen, und unſere beiden Gelehrten durften es als ein großes Glück erachten, daß ſie als Ausländer die Erlaubniß erhielten, jene Länder zu Nutz und Frommen der Wiſſenſchaft mit völliger Unbeſchränktheit zu bereiſen. Doch genug! ſie bekamen die Genehmigung und ſegelten auf der Corvette Pizarro am 5. Juni 1799 von Corunna in den Ocean hinaus.

In den folgenden Blättern ſoll dieſe Reiſe kurz ſkizzirt werden, und um es dem Leſer zu ermöglichen, ſich von den bereiſten Gegenden ein Bild zu machen, werde ich die Beſchreibungen einſchalten, welche Humboldt von einzelnen derſelben macht. Ich werde hiezu theils Humboldt's eigene Werke, die Relation historique und den Text zu dem Atlas pittoresque, theils Hauffs Ueberſetzung des erſteren Werkes benutzen.

Glücklich entkam das Schiff der Wachſamkeit der engliſchen Kreuzer, welche den Verkehr der ſpaniſchen Colonien mit dem Mutterlande zu hemmen ſuchten. Am 19. erreichte der Pizarro die Inſel Teneriffa, auf der Halt gemacht und der Pic beſtiegen wurde. Das Schiff war nach Cuba und Mexico beſtimmt und dahin wollten auch unſere beiden Naturforſcher gehen, allein das Ausbrechen einer anſteckenden Krankheit veranlaßte ſie, dieſen Plan aufzugeben, und bei der erſten ſich bietenden Gelegenheit an's Land zu gehen. Dieſe erſte Gelegenheit bot ſich in Cumana und Humboldt kam ſo zu der Reiſe an den Orinoco, die er urſprünglich gar nicht beabſichtigt hatte. Dem Umſtande, daß er ſich zuerſt an das geſunde Klima von Cumana gewöhnte, ſchreibt er es zu, daß es ihm möglich wurde, auch die ungünſtigſten Landſtriche ohne bedeutende Krankheit zu durchwandern. Er ſelbſt ſagt hierüber[1]: „Bekanntlich ſchweben die Europäer in den erſten Monaten, nachdem ſie unter den glühenden Himmel der Tropen verſetzt worden, in ſehr

1) Hauff I. 195.

großer Gefahr. Sie betrachten ſich als acclimatiſirt, wenn ſie die Regenzeit auf den Antillen, in Veracruz oder Carthagena überſtanden haben. Dieſe Meinung iſt nicht unbegründet, obgleich es nicht an Beiſpielen fehlt, daß Leute, die bei der erſten Epidemie des gelben Fiebers durchgekommen, in einem der folgenden Jahre Opfer der Seuche werden. Die Fähigkeit, ſich zu acclimatiſiren, ſcheint im umgekehrten Verhältniß zu ſtehen mit dem Unterſchied zwiſchen der mittlern Temperatur der heißen Zone und der des Geburtslandes des Reiſenden oder Coloniſten, der das Klima wechſelt, weil die Lufttemperatur den mächtigſten Einfluß auf die Reizbarkeit und die Vitalität der Organe äußert. Ein Preuße, ein Pole, ein Schwede ſind mehr gefährdet, wenn ſie auf die Inſeln oder nach Terra Firma kommen, als ein Spanier, ein Italiener und ſelbſt ein Bewohner des ſüdlichen Frankreichs. Für die nordiſchen Völker beträgt der Unterſchied in der mittleren Temperatur 19—21 Grade C., für die ſüdlichen 9—10. Wir waren ſo glücklich, die Zeit, in der der Europäer nach der Landung die größte Gefahr läuft, im ausnehmend heißen, aber ſehr trockenen Klima von Cumana zu verleben, einer Stadt, die für ſehr geſund gilt. Hätten wir unſern Weg nach Veracruz fortgeſetzt, ſo hätten wir das Loos mehrerer Paſſagiere des Paketboots Alcudia theilen können, das mit dem Pizarro in die Havana kam, als eben das ſchwarze Erbrechen auf Cuba und an der Oſtküſte von Mexico ſchreckliche Verheerungen anrichtete."

Am 16. Juli 1799 betraten Humboldt und Bonpland zu Cumana das Feſtland von Amerika. Von Cumana aus machten ſie zwei Ausflüge, den einen nach den Salzwerken von Araya auf der Halbinſel gleichen Namens, den andern nach den Miſſionen der Chaymasindianer. Auf dem letzteren machten ſie Bekanntſchaft mit mehreren Eigenthümlichkeiten des neuen Landes, unter denen ich hier nur die Erſcheinung des Tropenwaldes und die Einrichtung der Miſſionen erwähnen will, letztere namentlich darum, weil die Reiſenden auf der ſpätern Reiſe an den oberen Orinoco vielfach damit in Berührung kamen.

„Wenn", ſagt Humboldt[1], „ein eben aus Europa angekommener Reiſender zum erſtenmal die Wälder Südamerika's betritt, ſo hat er ein ganz unerwartetes Naturbild vor ſich. Alles was er ſieht, erinnert nur entfernt an die Schilderungen, welche berühmte Schriftſteller an den Ufern des Miſſiſſippi, in Florida und in andern gemäßigten Ländern der neuen Welt entworfen haben. Bei jedem Schritte fühlt er, daß er ſich nicht an den

1) Hauff I, 302.

Grenzen der heißen Zone befindet, ſondern mitten darin, nicht auf einer der antilliſchen Inſeln, ſondern auf einem gewaltigen Continent, wo Alles rieſenhaft iſt: Berge, Ströme und Pflanzenmaſſen. Hat er Sinn für landſchaftliche Schönheit, ſo weiß er ſich von ſeinen manchfaltigen Empfindungen kaum Rechenſchaft zu geben. Er weiß nicht zu ſagen, was mehr ſein Erſtaunen erregt, die feierliche Stille der Einſamkeit, oder die Schönheit der einzelnen Geſtalten und ihre Contraſte, oder die Kraft und Fülle des vegetabiliſchen Lebens. Es iſt, als hätte der mit Gewächſen überladene Boden gar nicht Raum genug zu ihrer Entwickelung. Ueberall verſtecken ſich die Baumſtämme hinter einem grünen Teppiche, und wollte man all die Orchideen, die Pfeffer- und Pothosarten, die auf einem einzigen Heuſchreckenbaum, oder amerikaniſchen Feigenbaum wachſen, ſorgſam verpflanzen, ſo würde ein ganzes Stück Land damit bedeckt. Durch dieſe verwunderliche Aufeinanderhäufung erweitern die Wälder, wie die Fels- und Gebirgswände das Bereich der organiſchen Natur. — Dieſelben Lianen, die am Boden kriechen, klettern zu den Baumwipfeln empor und ſchwingen ſich mehr als hundert Fuß hoch, von einem zum andern. So kommt es, daß, da die Schmarotzergewächſe ſich überall durcheinander wirren, der Botaniker Gefahr läuft, Blüthen, Früchte und Laub, die verſchiedenen Arten angehören, zu verwechſeln."

„Wir wanderten einige Stunden im Schatten dieſer Wölbungen, durch die man kaum hin und wieder den blauen Himmel ſieht. Er ſchien mir um ſo tiefer indigoblau, da das Grün der tropiſchen Gewächſe meiſt einen ſehr kräftigen, in's Bräunliche ſpielenden Ton hat. Zerſtreute Felsmaſſen waren mit einem großen Baumfarn bewachſen, der ſich vom Polypodium arboreum der Antillen weſentlich unterſcheidet. Hier ſahen wir zum erſtenmal jene Neſter in Geſtalt von Flaſchen oder kleinen Taſchen, die an den Äſten der niedrigſten Bäume aufgehängt ſind. Es ſind Werke des bewunderungswürdigen Bautriebes der Droſſeln, deren Geſang ſich mit dem heiſern Geſchrei der Papageien und Aras miſchte. Die letzteren, die wegen der lebhaften Farben ihres Gefieders allgemein bekannt ſind, flogen nur paarweiſe, während die eigentlichen Papageien in Schwärmen von mehreren hundert Stücken umherfliegen. Man muß in dieſen Ländern, beſonders in den heißen Theilen der Anden gelebt haben, um es für möglich zu halten, daß zuweilen das Geſchrei dieſer Vögel das Brauſen der Bergſtröme, die von Fels zu Fels ſtürzen, übertönt."

Wie bereits erwähnt, machten unſre Reiſenden auf dem Ausfluge zu den Chaymasindianern die erſte Bekanntſchaft mit den Miſſionen. Man

bezeichnet mit dem Namen Mision oder Pueblo de Mision eine Anzahl Wohnungen um eine Kirche herum, wo ein Missionär, der zugleich Ordensgeistlicher ist, den Gottesdienst versieht. Die Missionen sind die Vorposten des Christenthums, welche sich am weitesten gegen die Wildniß hin erstrecken und hinter denen dann die Pueblos de Doctrina kommen, die unter Pfarrern stehen. Die Missionen wurden großentheils von den Jesuiten gegründet, nach deren Vertreibung die Kapuziner, Franziskaner und (besonders am obern Orinoco) die Observanten sich ihrer bemächtigten. Diese Anstalten bildeten in gewissem Grade einen eigenen Staat im Staate, und wie Humboldt bemerkt, waren Pässe der spanischen Civilbehörde daselbst lange nicht so wirksam, als Empfehlungen der geistlichen Obern, namentlich aber der Guardiane der Klöster, zu denen die Missionen gehören, oder der zu Rom residirenden Ordensgenerale. Der Vorstand der ersten Mission, die Humboldt besuchte, des Dorfes San Fernando, war ein lustiger alter Kapuziner, der bei Betrachtung der Instrumente und Bücher seiner Gäste boshaft lächelnd bemerkte, von allen Genüssen dieses Lebens, den Schlaf nicht ausgenommen, sei doch gutes Kuhfleisch der köstlichste. Der Missionär von Uruana am Orinoco vermuthete hinter der Reise Humboldt's und Bonpland's ganz geheime Absichten, denn er sagte: „Wie soll Einer glauben, daß Ihr Euer Vaterland verlassen habt, um Euch auf diesem Flusse von den Moskitos aufzehren zu lassen, und Land zu vermessen, das Euch nicht gehört?"

Es mögen diese kleinen Notizen dazu dienen, um die Mehrzahl der Leute zu charakterisiren, mit denen Humboldt und Bonpland außer den Indianern fast ausschließlich zu verkehren hatten.

Die Namen der Missionen in Südamerika bestehen sämmtlich aus zwei Worten, von denen das erste nothwendig ein Heiligenname ist (der Name des Schutzpatrons der Kirche), das zweite indianisch (der Name des Volks, das hier lebt, oder der Gegend, wo die Mission liegt). So sagt man: San Jose de Maypures, Santa Cruz de Cachipo, San Juan-Nepomuceno de los Atures ꝛc. Diese zusammengesetzten Namen kommen aber nur in der amtlichen Sprache vor; die Einwohner brauchen nur einen, meist, wenn er wohlklingend ist, den indianischen. Benachbarten Orten kommen oft dieselben Heiligennamen zu, und dadurch entsteht in der Geographie eine heillose Verwirrung. Die Namen San Juan, San Pedro, San Diego sind wie auf Gerathewohl auf unsern Karten umhergestreut.

Von Cumana, wo die beiden Freunde am 4. November die erste Bekanntschaft mit Erdstößen machten, gingen sie zur See nach Caracas, dem

damaligen Sitze des ſpaniſchen Generalgouverneurs, der jetzigen Hauptſtadt der Republik Venezuela, die damals blühte, aber im Jahre 1812 von einem Erdbeben zerſtört wurde. Der 2. Januar 1800 wurde zur Erſteigung der 8000 Fuß hohen Silla bei Caracas benutzt, und am 7. Februar die Reiſe nach dem Orinoco fortgeſetzt. Der Weg führte durch eine romantiſche Alpenlandſchaft nach Neuvalencia, bei Porto Cabello abermals an's Meer und von da ſüdwärts nach Calabozo. Letztere Stadt liegt nicht mehr im Gebirge, ſondern in den Llanos von Caracas. Dieſe Llanos bilden den ſtärkſten Contraſt gegen das Gebirge, denn ſo weit das Auge reicht, gewahrt man keine Erhebung des Bodens, der erſt bei genauerer Unterſuchung kleine Niveauverſchiedenheiten von wenigen Fuß zeigt. Während der trockenen Jahreszeit im Allgemeinen den vegetationsloſen Wüſten Afrika's und Aſiens nicht ſehr unähnlich, wandeln ſie ſich während der Regenzeit in ein prachtvolles Weideland um, das, wenn es auch mitunter weit und breit überſchwemmt iſt, nichtsdeſtoweniger einer Unzahl verwilderter Pferde und Rinder zum Aufenthaltsorte dient. Trotz der oben erwähnten Aehnlichkeit zeigt ſich zwiſchen den Llanos und den eigentlichen Wüſten auch während der trockenen Jahreszeit der große Unterſchied, daß ſich in erſteren eine große Anzahl von Flüſſen befinden, die der geringen Niveauverſchiedenheiten des ganzen Landes wegen manchfache Veräſtelungen bieten. Das Gebiet des untern Orinoco iſt zum großen Theile von dieſen Ebenen gebildet.

Die Landreiſe über die Llanos fand am 28. März ihr Ende; es begann die 3 Monate dauernde Reiſe zu Schiffe, oder vielmehr im Boote, den Apure, einen Nebenfluß des Orinoco, bis zu ſeiner Mündung bei Encaramada hinab, und dann den Orinoco hinauf.

„Von Diamante" an, ſagt Humboldt,[1] „betritt man ein Gebiet, das nur von Tigern, Krokodilen und Chiguire, einer großen Art von Linné's Gattung Cavia, bewohnt iſt. Hier ſahen wir dicht gedrängte Vogelſchwärme ſich vom Himmel abheben wie eine ſchwärzliche Wolke, deren Umriſſe ſich in jedem Augenblick verändern. Der Fluß wird allmälig breiter. Das eine Ufer iſt meiſt dürr und ſandig in Folge der Ueberſchwemmungen, das andere iſt höher und mit hochſtämmigen Bäumen bewachſen. Hin und wieder iſt der Fluß zu beiden Seiten bewaldet und bildet einen geraden, 150 Toiſen breiten Canal. Die Stellung der Bäume iſt ſehr merkwürdig. Vorne ſieht man Büſche von Sauſo (Hermesia castaneifolia), die gleichſam eine 4 Schuh hohe Hecke bilden und es iſt, als wäre dieſe künſtlich beſchnitten. Hinter die-

1) Hauff III, 23.

fer Hecke kommt ein Gehölz von Cedrela, Brasilholz und Gayac. Die Palmen sind ziemlich selten; man sieht nur hie und da einen Stamm der Corozo- und der stachligen Piritupalme. Die großen Vierfüßer dieses Landstrichs, die Tiger, Tapire und Pecarischweine, haben Durchgänge in die eben beschriebene Saufohecke gebrochen, durch die sie zum Trinken an den Strom gehen. Da sie sich nicht viel daraus machen, wenn ein Canoe herbeikommt, hat man den Genuß, sie langsam am Ufer hinschleichen zu sehen, bis sie durch eine der schmalen Lücken im Gebüsch im Walde verschwinden. Ich gestehe, diese Auftritte, so oft sie vorkamen, behielten immer einen großen Reiz für mich. Die Lust, die man empfindet, beruht nicht allein auf dem Interesse des Naturforschers, sondern daneben auf einer Empfindung, die allen im Schooße der Cultur aufgewachsenen Menschen gemein ist. Man sieht sich einer neuen Welt, einer wilden, ungezähmten Natur gegenüber. Bald zeigt sich am Gestade der Jaguar, der schöne amerikanische Panther; bald wandelt der Hocco (Crax alector) mit schwarzem Gefieder und dem Federbusch langsam an der Uferhecke hin. Thiere der verschiedensten Klassen löfen einander ab. „Es como in el Paraiso" (es ist wie im Paradies) sagte unser Steuermann, ein alter Indianer aus den Missionen. Und wirklich, alles erinnert hier an den Urzustand der Welt, dessen Unschuld und Glück uralte ehrwürdige Ueberlieferungen allen Völkern vor Augen stellen; beobachtet man aber das gegenseitige Verhalten der Thiere genau, so zeigt es sich, daß sie einander fürchten und meiden. Das goldene Zeitalter ist vorbei und in diesem Paradies der amerikanischen Wälder, wie aller Orten, hat lange traurige Erfahrung allen Geschöpfen gelehrt, daß Sanftmuth und Stärke selten beisammen sind."

Bei dem Eintritte in den Orinoco ändert sich die Landschaft.

„Mit der Ausfahrt aus dem Apure[1] sehen wir uns in ein ganz anderes Land versetzt. So weit das Auge reichte, dehnte sich eine ungeheure Wasserfläche, einem See gleich, vor uns aus. Das durchdringende Geschrei der Reiher, Flamingo's und Löffelgänse, wenn sie in langen Schwärmen von einem Ufer zum andern ziehen, erfüllte nicht mehr die Luft. Vergeblich sahen wir uns nach den Schwimmvögeln um, deren gewerbsmäßige Listen bei jeder Sippe wieder andere sind. Die ganze Natur schien weniger belebt. Kaum bemerkten wir in den Buchten der Wellen hie und da ein großes Krokodil, das mittelst seines langen Schwanzes die bewegte Wasserfläche schief durchschnitt. Der Horizont war von einem Waldgürtel begrenzt, aber nir-

1) Hauff III, 51.

gends traten die Wälder bis an's Strombett vor. Breite, beſtändig der Sonnengluth ausgeſetzte Ufer, kahl und dürr wie der Meeresſtrand, glichen in Folge der Luftſpiegelung von weitem Lachen ſtehenden Waſſers. Dieſe ſandigen Ufer verwiſchten vielmehr die Grenzen des Stromes, ſtatt ſie für das Auge feſtzuſtellen; nach dem wechſelnden Spiel der Strahlenbrechung rückten die Ufer bald mehr heran, bald wieder weit weg."

„Dieſe zerſtreuten Landſchaftszüge, dieſes Gepräge von Einfaukeit und Großartigkeit kennzeichnen den Lauf des Orinoco, eines der gewaltigſten Ströme der neuen Welt. Aller Orten haben die Gewäſſer, wie das Land, ihren eigenthümlichen, individuellen Charakter. Das Bett des Orinoco iſt ganz anders als die Betten des Meta, des Guaviare, des Rio Negro und des Amazonenſtromes. Dieſe Unterſchiede rühren nicht blos von der Breite und der Geſchwindigkeit des Stromes her; ſie beruhen auf einer Geſammtheit von Verhältniſſen, die an Ort und Stelle leichter aufzufaſſen als zu beſchreiben ſind. So erriethe ein erfahrener Schiffer ſchon an der Form der Wogen, an der Farbe des Waſſers, am Ausſehen des Himmels und der Wolken, ob er ſich im atlantiſchen Meer, oder im Mittelmeer, oder im tropiſchen Strich des großen Oceans befindet."

In einem verhältnißmäßig bequemen Boote waren die Reiſenden am 9. April in Pararuma angekommen. Da der indianiſche Steuermann den Orinoco weiter hinauf nicht kannte, weigerte er ſich, weiter zu fahren und man mußte ſich daher um ein anderes Fahrzeug umſehen. Mit Hülfe der Miſſionäre wurde ein ſolches auch gefunden, doch bot dieſes gegen das bisherige einen bedeutenden Contraſt.

Es möge mir geſtattet ſein, nachſtehend die Schilderung, die Humboldt[1] von dieſer Fahrt machte, anzuführen, um zu zeigen, wie weit die Reiſe entfernt war, eine Vergnügungstour zu ſein, und welche Opfer er und Bonpland ſich zu Nutz und Frommen der Wiſſenſchaft auferlegten.

„Nur ſchwer gewöhnten wir uns an die neue Pirogue, die uns eben ein neues Gefängniß war. Um an Breite zu gewinnen, hatte man auf dem Hintertheile des Fahrzeugs aus Baumzweigen eine Art Gitter angebracht, das auf beiden Seiten über Bord hinausreichte. Leider war das Blätterdach (el toldo) darüber ſo niedrig, daß man gebückt ſitzen oder ausgeſtreckt liegen mußte, wo man dann nichts ſah. Da man die Piroguen durch die Stromſchnellen, ja von einem Fluß zum andern ſchleppen muß, und weil man dem Winde zu viel Fläche böte, wenn man den Toldo höher machte, ſo kann auf

1) Hauff III, 106.

den kleinen Fahrzeugen, die zum Rio Negro hinauf gehen, die Sache nicht anders eingerichtet werden. Das Dach war für vier Personen bestimmt, die auf dem Verdeck oder dem Gitter aus Baumzweigen lagen; aber die Beine reichen weit über das Gitter hinaus, und wenn es regnet, wird man zum halben Leibe durchnäßt. Dabei liegt man auf Ochsenhäuten oder Tigerfellen und die Baumzweige darunter drücken einen durch die dünne Decke gewaltig. Das Vordertheil des Fahrzeugs nehmen die indianischen Ruderer ein, die drei Fuß lange, löffelförmige Pagaies führen. Sie sind ganz nackt, sitzen paarweise und rudern im Takt, den sie merkwürdig genau einhalten. Ihr Gesang ist trübselig, eintönig. Die kleinen Käfige mit unsern Vögeln und Affen, deren immer mehr wurden, je weiter wir kamen, waren theils am Toldo, theils am Vordertheil aufgehängt. Es war unsere Reisemenagerie. Obgleich viele der kleinen Thiere durch Zufall, meist aber am Sonnenstich zu Grunde gingen, hatten wir ihrer bei der Rückkehr vom Cassiquiare noch vierzehn. Naturaliensammler, die lebende Thiere nach Europa bringen wollen, könnten sich in Angostura und Gran-Para, den beiden Hauptstädten am Orinoco und Amazonenstrom, eigens für ihren Zweck Piroguen bauen lassen, wo im ersten Dritttheil zwei Reihen gegen die Sonnengluth geschützter Käfige angebracht wären. Wenn wir unser Nachtlager aufschlugen, befanden sich die Menagerie und die Instrumente immer in der Mitte; ringsum kamen sofort unsere Hängematten, dann die der Indianer, und zu äußerst die Feuer, die man für unentbehrlich hielt, um den Jaguar fern zu halten. Um Sonnenaufgang stimmten unsere Affen in das Geschrei der Affen im Walde ein. Dieser Verkehr zwischen Thieren derselben Art, die einander zugethan sind, ohne sich zu sehen, von denen die einen der Freiheit genießen, nach der die andern sich sehnen, hat etwas Wehmüthiges, Rührendes. Auf der überfüllten, keine drei Fuß breiten Pirogue blieb für die getrockneten Pflanzen, die Koffer, einen Sextanten, den Inclinationscompaß und die meteorologischen Instrumente kein Platz, als der Raum unter dem Gitter aus Zweigen, auf dem wir den größten Theil des Tages ausgestreckt liegen mußten. Wollte man irgend etwas aus dem Koffer holen, oder ein Instrument gebrauchen, mußte man an's Ufer fahren und aussteigen. Zu diesen Unbequemlichkeiten kam noch die Plage der Moskitos, die unter einem so niedrigen Dache in Schaaren hausen, und die Hitze, welche die Palmblätter ausstrahlen, deren obere Fläche beständig der Sonnengluth ausgesetzt ist. Jeden Augenblick suchten wir unsere Lage erträglicher zu machen, und immer vergeblich. Während der eine sich unter ein Tuch steckte, um sich vor den Insekten zu schützen, verlangte der andere, man solle grünes Holz unter

dem Toldo anzünden, um die Mücken durch den Rauch zu vertreiben. Wegen des Brennens der Augen und der Steigerung der ohnehin erſtickenden Hitze war das eine Mittel ſo wenig anwendbar als das andere."

Bis Pararuma hatten die beiden Reiſenden nur den Unterlauf des Orinoco geſehen: nunmehr ſollte ſich ihnen deſſen Mittellauf aufſchließen.

Nach dem großen Geographen Carl Ritter laſſen ſich bei den einzelnen Strömen der Erde drei verſchiedene Typen nachweiſen, die er den obern, mittlern und untern Lauf derſelben nennt.[1]

Der Oberlauf des Stromes hat ſeinen Platz im Hochgebirge und zeichnet ſich aus durch die ſtarke Neigung der Waſſerrinne, in der das flüſſige Element mit größter Eile dahin ſtrömt. Charakteriſtiſch für dieſen Theil iſt der Mangel eines eigentlichen Flußbettes, denn das Waſſer hat nur einen unbedeutenden Einfluß auf das Relief des Landes, es zwängt ſich daher durch die von den Felſen übrig gelaſſenen tiefſten Stellen der Thäler hindurch, und wird dadurch ſehr häufig zu den den Oberlauf beſonders auszeichnenden plötzlichen Biegungen veranlaßt, worauf wieder abnorme Erweiterungen von Seen folgen. Im Oberlaufe iſt der Ort der größeren Waſſerfälle. Bei dem Austritte aus dem Gebirge ſehr oft nach dem plötzlichen Falle über eine beträchtliche Höhe herab, oder nach einer bedeutenden Einſchnürung, einer Klemme, Stromenge u. ſ. w., den letzten Denkzetteln, welche das Waſſer von den Steinen bekommt, beginnt der Mittellauf. Hier ſind die Seen verſchwunden, das Waſſer zieht in ruhigerem Laufe über weniger geneigte Flächen hin, in denen man ſehr leicht den Weg deſſelben als Flußbett unterſcheiden kann und die ſcharfen Wendungen der Stromesrichtungen haben den Serpentinen oder dem Schlangenlauf, der Charakterform des Mittellaufes, Platz gemacht. Sehr häufig ſind die hier durchzogenen Flächen die Boden ehemaliger Seen, die jetzt verſchwunden ſind, weil das Waſſer an einer Stelle ablief, indem es eine es beſchränkende Gebirgskette durchbrach. Manche Flüſſe zeigen mehrere ſolche ehemalige Seebecken hinter einander, und die Durchbruchsſtellen ſind durch den Waſſerfällen, Klemmen u. ſ. w. analoge Stellen bezeichnet, die man unter den Namen Strudel, Klippen, Rapides (franz.), Raudales Saltos (ſpan.) kennt, und die der Schifffahrt ſo viele Hinderniſſe in den Weg legen. Nach den letzten Schnellen beginnt der Unterlauf, in welchem das Waſſer auf der faſt horizontalen Unterlage ſich nur träge und dem Drucke der von oben kommenden Zugänge gehorchend, vorwärts ſchiebt. Der Wi-

1) Einleitung zur allgemeinen vergleichenden Geographie und Abhandlungen zur Begründung einer mehr wiſſenſchaftlichen Behandlung der Erdkunde S. 91.

derſtand, den das Land dem Strome jetzt bietet, iſt im Gegenſatze zum Oberlaufe ſehr gering, und während das Waſſer oben ſich ganz nach der Form der Felſen richten mußte, geht es unten faſt nur ſelbſtgeſchaffenen Hinderniſſen aus dem Wege. Dieſe Hinderniſſe rühren von dem Schlamme her, den das faſt ſtehende Waſſer fallen ließ, und indem die nachfolgende Flüſſigkeit den abgelagerten Bänken ausweicht, kommen Gabelungen zum Vorſchein, wodurch die Entſtehung der Delta's, die Charakterform des Unterlaufs, bedingt wird.[1]

Nehmen wir als Beiſpiel dieſer Formen den Lauf des Rheins, ſo zeigt der Fluß im Oberlaufe die Einſchnürung der Via mala, die Erweiterung als Bodenſee, den Waſſerfall bei Schaffhauſen. Dort verläßt der Fluß den Oberlauf und der ehemalige See, das Großherzogthum Baden beginnt; die Stromſchnellen ſind unterhalb Straßburg, am Bingerloch, bei St. Goar, unter Andernach. Nun fängt der Unterlauf an und unterhalb Pannerden theilt ſich der Fluß, wodurch das Delta, die niederländiſchen Provinzen Gelderland, Utrecht, Nord- und Südholland, zum Vorſchein kommt.

Doch kehren wir zu Humboldt und Bonpland zurück! Sie waren jetzt an den Raudales des Orinoco angekommen, derſelben Bildung, der bei dem Rheine die Stromſchnellen des Bingerloches, von Andernach u. ſ. w., oder bei dem Nile die bekannten Cataracten entſprechen, und aus dieſem Grunde mußte auch ein anderes Schiff und andere Bemannung genommen werden, da die Befahrung der fraglichen Stellen jedesmal Ortskenntniß vorausſetzt. Während die Schifffahrt unter dem Einfluſſe der Stromſchnellen bedeutend leidet, gewinnt der maleriſche und romantiſche Charakter der Gegend, welche ſich von dem monotonen Unterlaufe ſehr vortheilhaft unterſcheidet, und wir verdanken Humboldt in ſeinen „Anſichten der Natur" eine meiſterhafte Beſchreibung der Raudales des Orinoco. In ſeinem Reiſeberichte ſagt er hierüber[2]: „Nur an ſehr wenigen Punkten konnten wir in den Orinoco gelangen, um zwiſchen zwei Waſſerfällen, in Buchten, wo das Waſſer langſam kreiſt, zu baden. Auch wer ſich in den Alpen, in den Pyrenäen, ſelbſt in den Cordilleren aufgehalten hat, ſo viel berufen wegen der

1) Bei dem Orinoco treten zwar noch unter der von den beiden Reiſenden bis jetzt befahrenen Strecke, nämlich bei Angoſtura (woher deſſen Name), die Ufer ziemlich nahe zuſammen und man könnte geneigt ſein, den Beginn des Unterlaufes dorthin zu verlegen, doch glaube ich aus dem allgemeinen Charakter, den der Strom nach Humboldt's Beſchreibung bis Pararuma aufwärts hat, dort das Ende des Mittellaufes annehmen zu können.

2) Hauff III, 171.

Zerriſſenheit des Bodens und der Spuren von Zerſtörung, denen man bei jedem Schritte begegnet, vermöchte nach einer bloßen Beſchreibung ſich vom Zuſtande des Strombettes hier nur ſchwer eine Vorſtellung zu machen. Auf einer Strecke von mehr als fünf Seemeilen laufen unzählige Felsdämme quer darüber weg, eben ſo viele natürliche Wehre, eben ſo viele Schwellen, ähnlich denen im Dnieper, welche bei den Alten Phragmoi hießen. Der Raum zwiſchen den Felsdämmen im Orinoco iſt mit Inſeln von verſchiedener Größe gefüllt; manche ſind hüglig, in verſchiedene runde Erhöhungen getheilt und 200 bis 300 Toiſen lang, andere klein und niedrig, wie bloße Klippen. Dieſe Inſeln zerfällen den Fluß in zahlreiche reißende Betten, in denen das Waſſer ſich kochend an den Felſen bricht; alle ſind mit Jagua- und Cucuritopalmen mit federbuſchförmigem Laub bewachſen, ein Palmendickicht mitten auf der ſchäumenden Waſſerfläche. Die Indianer, welche die leeren Piroguen durch die Raudales ſchaffen, haben für jede Staffel, für jeden Felſen einen eigenen Namen. Von Süden her kommt man zuerſt zum Salto del Piapoco, zum Sprung des Tucans; zwiſchen den Inſeln Avaguri und Javariveni iſt der Raudal de Javariveni. Hier verweilten wir auf unſerer Rückkehr von Rio Negro mehrere Stunden mitten in den Stromſchnellen, um unſer Canoe zu erwarten. Der Strom ſcheint zu einem großen Theil trocken zu liegen. Granitblöcke ſind auf einander gehäuft, wie in den Moränen, welche die Gletſcher in der Schweiz vor ſich herſchieben. Ueberall ſtürzt ſich der Fluß in die Höhlen hinab, und in einer dieſer Höhlen hörten wir das Waſſer zugleich über unſern Köpfen und unter unſern Füßen rauſchen. Der Orinoco iſt wie in eine Menge Arme oder Sturzbäche getheilt, deren jeder ſich durch die Felſen Bahn zu brechen ſucht. Man muß nur ſtaunen, wie wenig Waſſer man im Flußbett ſieht, über die Menge Waſſerſtürze, die ſich unter dem Boden verlieren, über den Donner der Waſſer, die ſich ſchäumend an den Felſen brechen.

Cuncta fremunt undis; ac multo murmure montis
Spumens invictis canescit fluctibus amnis.

(Lucan. Phars. X, 132.)

„Iſt man über den Raudal Javariveni weg (ich nenne hier nur die wichtigſten der Fälle), ſo kommt man zum Raudal Canucari, der durch eine Felsbank zwiſchen den Inſeln Surupamana und Uirapuri gebildet wird. Sind die Dämme oder natürlichen Wehre nur zwei, drei Fuß hoch, ſo wagen es die Indianer, im Canoe hinabzufahren. Flußaufwärts ſchwimmen ſie voraus, bringen nach vielen vergeblichen Verſuchen ein Seil um eine der Felsſpitzen über dem Damm und ziehen das Fahrzeug am Seil auf die Höhe

des Raudals. Während dieſer mühſeligen Arbeit füllt ſich das Fahrzeug häufig mit Waſſer; anderemale zerſchellt es am Felſen, und die Indianer, mit zerſchlagenem, blutendem Körper, reißen ſich mit Noth aus dem Strudel und ſchwimmen an die nächſte Inſel. Sind die Felsſtaffeln oder Schwellen ſehr hoch und verſperren ſie den Strom ganz, ſo ſchafft man die leichten Fahrzeuge an's Land, ſchiebt Baumäſte als Walzen darunter und ſchleppt ſie bis an den Punkt, wo der Fluß wieder ſchiffbar wird. Bei Hochwaſſer iſt ſolches ſelten nöthig. Spricht man von den Waſſerfällen des Orinoco, ſo denkt man von ſelbſt an die Art und Weiſe, wie man in alter Zeit über die Cataracten des Nil herunterfuhr, wovon uns Seneca eine Beſchreibung hinterlaſſen hat, die poetiſch, aber ſchwerlich richtig iſt. Ich führe eine Stelle an, die vollkommen vergegenwärtigt, was man in Atures, Maypures, und in einigen Pongos des Amazonenſtromes alle Tage ſieht. „Je zwei mit einander beſteigen kleine Nachen, und einer lenkt das Schiff, der andere ſchöpft es aus. Sodann, nachdem ſie unter dem reißenden Toben des Nil und den ſich begegnenden Wellen tüchtig herumgeſchaukelt worden ſind, halten ſie ſich endlich an die ſeichteſten Kanäle, durch die ſie den Engpäſſen der Felſen entgehen, und mit der ganzen Strömung niederſtürzend, lenken ſie den ſchießenden Nachen."

Die Ströme der alten Welt haben in der Regel eine beſtimmte Richtung, nach der ſie fließen, und die ſie, wenn ſie auch mitunter davon abweichen, doch im Allgemeinen einhalten. So hat z. B. unſer Rhein eine entſchiedene Südnordrichtung, während die Donau von Weſt nach Oſten geht. Dieſes Verhalten beobachten auch die fließenden Waſſer des neuen Continentes; ſo geht der Amazonenſtrom wie die Donau von Weſt nach Oſt, der Miſſiſſippi zieht von Nord nach Süd und iſt erſt nahe der Mündung in ſeinem Delta nach Oſten abgelenkt. Zieht man auf der Landkarte von der Quelle eines Stromes eine gerade Linie zu ſeiner Mündung, ſo wird ſeine Bahn allerdings bald auf der einen, bald auf der andern Seite derſelben liegen, aber es iſt kaum ein Strom, der einen ſo großen Bogen beſchreibt und ſo weit von der Geraden abweicht, als der Orinoco. Man findet an dieſem vorzugsweiſe zwei Biegungen, in denen er ſeinen Lauf faſt um einen rechten Winkel ändert. Zuerſt geht er nahezu öſtlich bis San Fernando de Atabapo, dann nördlich bis Encaramada und endlich oſtnordöſtlich bis zu ſeiner Mündung und umfaßt ſo im Allgemeinen den unter dem Namen Cordillere von Parime bezeichneten Gebirgscomplex.

Wenn ſoeben angedeutet wurde, daß die Rinnſale großer Ströme von den geraden Linien nicht ſehr weit abweichen, ſo darf nicht überſehen werden,

daß, wenn man den Lauf eines Stromes rückwärts verfolgt, bis ein beliebiger Nebenfluß in denſelben einmündet, und dann in dieſem bis zu den Quellen aufwärts geht, ſo bedeutende Krümmungen zum Vorſchein kommen können, wie dieſes bei dem Orinoco der Fall iſt. Hat nun letzterer eine ſehr große Biegung, ſo entſteht die Frage, ob es nicht ein jetzt als Nebenfluß angenommenes untergeordnetes Glied des Orinocoſyſtems gebe, welches als Hauptglied betrachtet, dem ganzen Strome eine annähernd gerade Richtung des Ganzen hervorbringen würde, oder mit andern Worten, ob nicht der obere, jetzt Orinoco genannte Theil des Stromes eigentlich nur ein Nebenfluß, ein anderer jetziger Nebenfluß der eigentliche Stamm ſei.

Derartige Verwechſelungen ſind auf der Erde öfters vorhanden. Wenn nämlich irgendwo auf der Erde zwei fließende Waſſer ſich vereinen, ſo muß entſchieden werden, welcher Name dem vereinigten Fluſſe gegeben werden ſoll. Das natürlichſte iſt, daß man den Namen desjenigen Fluſſes beibehält, der die größere Waſſermaſſe hat, oder deſſen, der bereits am weiteſten von ſeinen Quellen entfernt iſt, oder endlich deſſen, der eine Richtung hat, welche mit der des vereinigten Stromes nahezu oder ganz zuſammenfällt. In der Regel vereinigen ſich alle drei Kriterien, und man kann daher nicht im Zweifel ſein, welcher Name aufzuhören habe; doch zeigen ſich auch Ausnahmen. Was z. B. die Waſſermenge anbelangt, ſo ſollte die Donau unterhalb Paſſau nicht Donau, ſondern Inn heißen, aber hier hat entſchieden, daß der Fluß unterhalb Paſſau nicht die Richtung des Inn, ſondern der Donau oberhalb des Zuſammenfluſſes hat. Daſſelbe Verhältniß wiederholt ſich bei der Moldau und der Elbe. In größeren Ländern, die durch Seefahrten entdeckt wurden, wie Amerika, iſt die Unſicherheit noch größer. Man macht z. B. die Beobachtung, daß an irgend einer Stelle ein Strom in das Meer mündet, der einen gewiſſen Namen führt. Eine ſpätere Landexpedition kommt an einen Fluß, der etwa gegen die Stelle fließt, in der die beobachtete Mündung liegt, und man gibt dem Fluſſe nun den bereits bekannten Namen, denn bei den geringen geographiſchen Kenntniſſen der Eingebornen iſt genaue Auskunft darüber, ob der Fluß im Binnenlande derſelbe ſei, der an gegebener Stelle in's Meer läuft, nicht zu erwarten. Dieſer Name erhält Geltung in allen Karten der Gegend, und wenn ſich in ſpäterer Zeit auch herausſtellt, daß das im Binnenlande gefundene Waſſer eigentlich der Nebenfluß iſt, ſo bleibt ihm doch der Name und, wenn man will, der Rang des Hauptſtromes. So iſt es bei dem Miſſiſſippi gegangen, der eigentlich Miſſouri heißen ſollte. Auch der obere Theil des Orinoco (der jedoch im Lande ſelbſt den Namen Rio Paragua führt) hat auf unſern Karten, wie Humboldt (Voyage II, 403) angibt, den

Namen Orinoco mit Unrecht. Bei San Fernando de Atabapo vereinigt sich dieser Rio Paragua oder Orinoco mit dem Atabapo, der etwas früher den Guaviare aufgenommen hat. Diesen Guaviare, der an der Ostküste der Cordilleren von Neugranada entspringt, hält Humboldt für den eigentlichen Hauptstrom, der sohin durch doppeltes Unrecht zu einem Flusse dritten Ranges geworden ist. Der Lauf des Guaviare als Oberlauf des Orinoco genommen, würde die Annäherung des ganzen Stromlaufes zur geraden Linie zum Vorschein bringen, die alsdann statt der bisherigen Krümmung eine ausgesprochene Richtung von Südwest nach Nordost bekäme. Der Guaviare ist wasserreicher als der Atabapo. Letzterer hat schwarzes Wasser, ersterer wie der vereinigte Fluß weißes. Bei San Fernando ist der Atabapo-Guaviare wieder wasserreicher als der Rio Paragua (genannt Orinoco). Der Rio Paragua hat reineres und durchsichtigeres Wasser als der Orinoco unter San Fernando, der hierin dem Guaviare gleichkommt, und ebenso ist nach dem Geschmacksorgane der Indianer, das Humboldt als ein sehr geübtes angibt, das Guaviarewasser ganz dem des untern Orinoco gleich, während sich der obere Orinoco und der Atabapo davon unterscheiden. Auch die Thierwelt des Guaviare entspricht der des untern Orinoco besser als die des Rio Paragua, denn die den ersteren beiden Flüssen gemeinschaftlichen großen Krokodile und Delphine fehlen dem letzteren gänzlich.

Nichts desto weniger hält Humboldt für angemessen, die einmal allerwärts eingeführten Namen beizubehalten, als durch Aenderungen unzeitig Mißverständnisse hervorzurufen. Folgen wir seiner Ansicht, so ist die Strecke, welche die beiden Reisenden bisher auf dem Orinoco befuhren, der mittlere oder südnördliche der obigen drei Theile des Stromes. In dieser befinden sich die Raudales, oberhalb deren der Strom einen ganz ruhigen Lauf hat, auf einer Strecke von 160 Meilen bis nahe an seine Quellen durch Schnellen und Fälle nicht mehr unterbrochen wird und der Schifffahrt keine Hindernisse mehr in den Weg legt. Diesen ruhigen Theil befuhren jedoch die Reisenden für jetzt nicht ganz, sondern verließen den Strom, um in seinem Nebenflusse, dem Atabapo und dessen untergeordneten Gliedern, dem Temi und Tuamini südwärts fortzugehen. Bei Javita erreichten sie einen Trageplatz.

Nennt man das ganze Gebiet, aus dem das Wasser nach und nach zusammenfließt, um einen Strom zu bilden, das Gebiet des letzteren, so wird, wenn man auf der Landkarte das jedem Strome gehörende Gebiet anzeichnet, der feste Theil der Erdoberfläche in eine Anzahl von hydrographischen Reichen vertheilt werden. Die Grenzen dieser Gebiete müssen an solchen Stellen

ſein, wo bei zwei einander nahe gelegenen Punkten das Waſſer, je nachdem es in ein Gebiet gehört, nach verſchiedenen Richtungen fließt, und darum werden dieſe Gegenden auch Waſſerſcheiden genannt.

Im Allgemeinen, doch nicht ausnahmslos, kann man annehmen, daß die Kämme der Gebirge auch zugleich Waſſerſcheiden ſind, denn die Flüſſe haben daſelbſt ihre Quellen und die der einen Seite entfernen ſich von denen der andern. Theils der geringen Mächtigkeit der Waſſer wegen, die wir dort finden, denn es iſt da der Quellenbezirk, theils wegen des großen Gefälles und der dadurch bedingten raſchen Bewegung des flüſſigen Elements hört alle Schifffahrt in jenen Gegenden auf. Dieſes iſt jedoch nicht an der ganzen Grenze des Stromgebietes der Fall, denn es wäre daſſelbe nur möglich, wenn ein Gebirge das ganze Gebiet umſäumen würde. Es muß daher außerhalb der Berge Stellen geben, wo nur ganz geringe Niveauverſchiedenheiten zwei Stromgebiete trennen, und wenn zwei größere Maſſen fließenden Waſſers einander nahe und nur durch geringe Höhen getrennt ſind, ſo iſt es möglich, durch Kunſt zu vermitteln, was die Natur verſagte, und mit kleineren Fahrzeugen aus dem einen Strome in den andern zu kommen. In civiliſirten Ländern ſind hier die Stellen, an denen ſich die Canäle am meiſten empfehlen, während da, wo der Verkehr geringer iſt, Trageplätze zum Vorſchein kommen. Man bringt das Schiff, das den einen Fluß möglichſt weit aufwärts gefahren iſt, an's Land, transportirt es zum andern Waſſer und kommt ſo abwärts fahrend nach und nach in den Nachbarſtrom.

Die flachen Waſſerſcheiden ſind auf der Erde nicht eben ſelten; ſie finden ſich vorzugsweiſe in jenen Ländern, die bei großer Ausdehnung bedeutender Gebirge entbehren. So haben wir im europäiſchen Rußland eine große Anzahl von Stellen, an denen ſich mit verhältnißmäßig geringer Mühe Canäle anbringen laſſen konnten, die gegenwärtig weſentlichen Einfluß auf den dortigen Verkehr ausüben. In Sibirien ſind die Durchſtiche noch nicht gemacht, dort ſind noch Trageplätze.

Der Trageplatz bei Javita, bei dem, wie oben erwähnt, Humboldt und Bonpland auf dem Tuamini angelangt waren, trennt die Stromgebiete des Orinoco und des Amazonenſtromes, denn über ihn kommt man zu dem Pimichin, einem Nebenfluß des Rio Negro, der ſeinerſeits in den Amazonenſtrom fließt.

Die ganze Gegend iſt dichter undurchdringlicher Wald, ſo daß faſt alle Communication nur mit Hülfe der Flüſſe hergeſtellt werden kann. So bietet nach Humboldt der Wald zwiſchen Javita und dem Pimichin eine ungeheure Maſſe der verſchiedenſten rieſenmäßigen Bäume von 100 bis 110 Fuß

Höhe. „Ihre Stämme", ſagt er[1], „treiben Zweige erſt nahe an dem Gipfel und wir hatten Mühe, uns gleichzeitig Blätter und Blüthen zu verſchaffen. Oft waren letztere am Fuße des Baumes auf dem Boden herum geſtreut, weil aber in dieſen Waldungen die Gewächſe der verſchiedenſten Familien vereint ſind und jeder Baum mit Lianen bedeckt iſt, ſo ſchien es unräthlich, ſich auf die bloße Angabe der Eingebornen zu verlaſſen, wenn ſie uns verſicherten, dieſe oder jene Blüthe gehöre zu dem und dem Stamme. Mitten in dieſem Reichthume der Natur verurſachte uns unſer Pflanzenſammeln mehr Verdruß als Genugthuung, denn was wir ſammelten, ſchien uns von untergeordnetem Intereſſe gegen das, was wir nicht erreichen konnten. Seit mehreren Monaten regnete es, und Bonpland verlor den größern Theil der Exemplare, die er mit Hülfe von künſtlicher Wärme zu trocknen bemüht war. Die Indianer benannten ihrer Gewohnheit nach die Bäume, indem ſie das Holz kauten; Blätter unterſchieden ſie leichter als Blumen und Früchte. Beſchäftigt, Bauholz (zur Anfertigung von Piroguen) zu ſuchen, beachten ſie die Blüthenverhältniſſe nur wenig. „Alle dieſe großen Bäume tragen weder Blüthen noch Früchte", war der beſtändige Refrain der Indianer. Wie die Botaniker des Alterthums verneinten ſie, was zu beobachten ſie ſich nicht die Mühe gegeben hatten."

Die gerade Entfernung der beiden letzten ſchiffbaren Flüſſe auf dem Trageplatze beträgt nach Humboldt weniger als 6000 Toiſen. Javita liegt 30—40 Toiſen höher als der Pimichin, alſo iſt eine Neigung von nicht ganz 1 Procent vorhanden. Weit und breit iſt keine Erhöhung, kein Hügel und nach Humboldt's Meſſungen wäre nicht leicht ein Terrain für einen Canal günſtiger als der Trageplatz von Javita.

Im Pimichin angelangt, fährt man ſtromabwärts in den Rio Negro, an welchem San Carlos, die ſogenannte Grenzfeſtung von Spaniſch-Guyana gegen Braſilien, der Umkehrpunkt für Humboldt und Bonpland wurde. Der Rio Negro hat ſeinen Namen von der ſchwarzen Farbe, die ihm mit einer großen Anzahl von Flüſſen jener Gegend gemeinſchaftlich iſt, und ihn in ausgeſprochenen Gegenſatz mit andern Gewäſſern bringt. Humboldt ſagt über dieſe Flüſſe[2]: „Wenn man in das Bett des Atabapo gelangt, ſo ändert ſich ſowohl der Zuſtand der Atmoſphäre, als auch die Farbe des Waſſers und die Geſtalt der Bäume, welche das Ufer bedecken. Am Tage leidet man nicht mehr von den Stichen der Mosquitos, und bei Nacht werden

1) Relation historique II. 420.
2) Relation historique II. 401.

die Schnacken mit langen Beinen (Zancudos) ſehr ſelten, ja ſie verſchwinden ganz und gar oberhalb der Miſſion San Fernando. Das Waſſer des Orinoco iſt trübe, mit erdigen Stoffen beladen und verbreitet in den Buchten wegen der Anhäufung todter Krokodile und anderer faulender Stoffe einen biſamartigen, ſüßlichen Geruch, ſo daß wir, um es trinkbar zu machen, es bisweilen durch Leinwand laufen laſſen mußten. Das Waſſer des Atabapo dagegen iſt rein, ſchmeckt angenehm, iſt ohne Spur von Geruch und hat bei auffallendem Lichte eine ſchwarze, beim Durchſehen eine gelbliche Farbe. Die Leute nennen es im Gegenſatze zu den trüben Fluthen des Orinoco ein leichtes Waſſer. Die Temperatur deſſelben iſt 2, wenn man ſich der Mündung des Temi nähert 3 Grade niedriger, als die des Orinocowaſſers, eine Minderung bei dem Trinken, die nicht wenig angenehm iſt, wenn man ein ganzes Jahr hindurch genöthigt war, Waſſer von 27°—28° zu genießen. Ein Beweis für die außerordentliche Reinheit der ſchwarzen Waſſer iſt ihre Klarheit, Durchſichtigkeit und die Reinheit, mit der ſie das Bild und die Farbe der umgebenden Gegenſtände reflectiren. Die kleinſten Fiſche ſieht man in einer Tiefe von 20—30 Fuß, und meiſtens erkennt man den Grund, der nicht gelb oder braun wie das Waſſer, ſondern vollkommen weißer Quarz- und Granitſand iſt. Nichts gleicht der Schönheit der Ufer des Rio Atabapo. Bedeckt mit Gewächſen, über die ſich Palmen mit bunt geſtreiften Blättern erheben, erſcheint ihr Bild im Spiegel des Fluſſes, und das Grün des Bildes ſcheint in nichts dem des direct geſehenen Gegenſtandes nachzuſtehen."

Das Waſſer des Rio Negro iſt noch dunkler als das des Atabapo und Tuamini, und erſcheint da, wo der Fluß ſeicht iſt, von Bernſteinfarbe, an tiefen Stellen in der Farbe des Kaffeeſatzes. Gegen die weißen Waſſer ſind die ſchwarzen auffallend arm an Thieren; hier fehlen die Mosquitos, die Waſſerinſecten und mit ihnen viele Fiſche und ſämmtliche Krokodile.

Die ſchwarzen Flüſſe, welche Humboldt in der Nähe des Aequators geſehen hat, bieten bezüglich der Urſache ihrer Farbe manches Räthſelhafte, da mitten zwiſchen ihnen Gewäſſer von weißer Farbe vorkommen können. So iſt von zwei einander ganz nahen Zuflüſſen des Caſſiquiare der eine, der Siapa, weiß, der andere, der Pacimony, ſchwarz. Unſer Forſcher neigt ſich der Anſicht zu, daß das Waſſer dieſer regenreichen Gegenden, indem es den Boden durchzieht, durch Auflöſung organiſcher Subſtanzen gefärbt wird.

Dieſe Anſicht hat viel Wahrſcheinlichkeit, wenn man bedenkt, daß eine ähnliche Urſache dem Entſtehen der braunen Farbe einiger unſerer Flüſſe zu Grunde liegt. So gibt es in Süddeutſchland unfern dem Nordabhange der Alpen kleine Flüßchen, die die größte Aehnlichkeit mit den ſchwarzen Flüſſen

Amerikas bieten, wie z. B. die Geltnach, ein Nebenfluß der (weißen) Wertach, in welche sie oberhalb Kaufbeuren einmündet. Wäre die Geltnach tief, so würde sie, da sie bei einer Tiefe von nur einigen wenigen Fußen eine intensiv braune Farbe hat, jedenfalls so dunkel erscheinen, als der Rio Negro. Die Geltnach entspringt oder entspinnt sich in einem moorig-sumpfigen Terrain, das von Wasser so durchtränkt ist, daß der Boden bei dem Darübergehen schaukelt, während weiter unten der Lauf des Flüßchens durch ein vollständiges Torfmoor geht. Die Farbe des Wassers zeigt sich bereits oberhalb des Moores, und letzteres scheint daher nicht mehr unumgänglich nöthig zu sein. In den Aequatorialgegenden gibt es keine Torfmoore. Wäre die Geltnach erst unterhalb des Moores gefärbt, so wäre die Ursache ihrer Farbe jedenfalls eine andere, als bei den amerikanischen Flüssen.

Wenn es an den Trageplätzen der Kunst gelingt, durch einen Canal mit verhältnißmäßig geringem Kraftaufwand eine Verbindung zweier Flußsysteme herzustellen, so ist es jedenfalls denkbar, daß eine dem Canale analoge Vertiefung auch in der Natur möglich sei. Es kommt sehr oft in einem Flusse vor, daß derselbe sich in zwei Arme spaltet, gewöhnlich vereinigen sich die beiden nach einiger Zeit wieder, und es bleibt bei einer einfachen Inselbildung, aber es ist auch ebenso möglich, daß der getrennte Arm im Verlaufe nicht mehr zurückkehrt, sondern in das Bereich eines andern Flusses geräth, der ihn aufnimmt. In der That weiß man mehrere solche natürliche Canäle oder Bifurcationen. So schickt z. B. in Lappland der Torneofluß einen Arm (Tarendo-Elf) in den Calix-Elf der ein gesondertes Wassersystem bildet.

Die großartigste Erscheinung dieser Art, die man bis jetzt kennt, ist die Bifurcation des Orinoco, der einen Arm, den Cassiquiare absendet, welcher südwärts strömend in den Rio Negro fällt und da letzterer ein Nebenfluß des Amazonenstromes ist, stellt der Cassiquiare eine natürliche Verbindung zwischen diesem und dem Orinoco her.

Die erste dunkle Kunde von einer Binnenlandverbindung zwischen dem Amazonenstrom und der Nordküste von Südamerika stammt bereits von den Jesuiten Acuña und Artedia, welche 1639 die Reise von Quito nach Para machten; doch wurde dieselbe später bald geläugnet, bald als in dieser bald jener Weise vor sich gehend angegeben. Nachdem man geraume Zeit nicht mehr recht daran geglaubt hatte, beschäftigte sich mit unserm Gegenstande Condamine. Dieser Gelehrte war mit Bouguer von der französischen Regierung nach Peru geschickt worden, um dort eine Gradmessung zu veranstalten und den Streit über die Gestalt der Erde entscheiden zu hel-

ſen, und kam auf der Rückreiſe 1743 den Amazonenſtrom herab. Er ſammelte mit großem Fleiße eine Anzahl von Beweiſen, die zu Gunſten der Biſurcation ſprachen, wenn ſeine Anſichten darüber auch eben nicht die richtigſten waren. Der entſcheidendſte darunter ſchien ihm das unverdächtige Zeugniß einer Cauriacani-Indianerin zu ſein, welche zu Schiffe von der Miſſion Pararuma am Orinoco nach Para gekommen war. Expeditionen, unternommen, um ſich Sklaven zu verſchaffen, führten, wie Humboldt angibt, die Portugieſen nach und nach den Rio Negro und Caſſiquiare hinauf an einen großen Strom, von dem ſie nicht wußten, daß es der Orinoco ſei. Dort ſtifteten ſie zwiſchen den Indianerſtämmen Unfrieden, die Eingeborenen bekriegten ſich, nahmen ſich gegenſeitig Gefangene ab und verkauften, was ſie nicht auffraßen, an die Portugieſen. Allmälig erfuhren die Jeſuitenmiſſionäre am untern Orinoco von den Streitigkeiten der Indianer am obern Theile, und um dieſem Unweſen zu ſteuern, reiſte der Pater Roman hinauf. An dem Einfluſſe des Atabapo in den Orinoco ſah er von weitem eine Pirogue, ſo groß, wie ſeine eigene und angefüllt von Leuten, die nach europäiſcher Art gekleidet waren, und die er dann als Portugieſen erkannte. Seit dieſer Reiſe des Pater Roman (1744) zweifelte man im Lande nicht mehr an der Exiſtenz einer Gabelung, doch war man weit entfernt, genau zu wiſſen, durch welche Zweige von Flüſſen dieſelbe bewerkſtelligt werde, noch kannte man die geographiſchen Verhältniſſe jener Gegenden; ja die ganze Gabelung wurde in Europa wieder geläugnet. Buache betrachtete in ſeiner 1798 publicirten Generalkarte von Guyana den obern Orinoco und den Caſſiquiare als Nebenglieder des Rio Negro, unabhängig von dem untern Orinoco und durch eine Bergkette von demſelben getrennt.

Humboldt hatte ſich als nächſte Aufgabe ſeiner Reiſe an den Orinoco die Erforſchung dieſer Verhältniſſe zwiſchen Orinoco und Amazonenſtrom geſtellt und iſt in Folge deſſen auf dem Trageplatz von Javita in das Gebiet des Rio Negro gekommen. Daß das Fort San Carlos, von dem oben die Rede war, zu dem Amazonenſyſteme gehöre, war vollkommen bekannt und unbezweifelt, und nachdem Humboldt deſſen geographiſche Lage beſtimmt, reiſte er auf dem Caſſiquiare, der unterhalb San Carlos in den Rio Negro fällt, ſtromaufwärts und kam etwas oberhalb des Einfluſſes des Atabapo in den Orinoco, der Stelle, wo der Weg zu dem Trageplatze führt wieder in letzteren Strom. Er beſtimmte einzelne Punkte des Weges in Beziehung auf ihre Lage, und ſeit ſeiner Reiſe iſt daher die ganze Thatſache der Biſurcation nicht nur eine ausgemachte, ſondern auch in ihren Einzelheiten gekannte Thatſache.

Das Bild, welches Humboldt von der Fahrt auf dem Caſſiquiare entwirft, läßt jene Gegend nicht eben in heiterm Lichte erſcheinen. Das Land iſt ungeſund, faſt unbewohnt, von Zancudos, Mosquitos und Ameiſen überfüllt und bietet an Lebensmitteln kaum mehr als große Exemplare der letzteren. Humboldt ſagt hierüber:[1] „Die Ueppigkeit der Vegetation nimmt gegen den Orinoco hin in einer Weiſe zu, von der man ſich nur ſchwer einen Begriff machen kann, ſelbſt wenn man an den Anblick von Tropenwaldungen gewohnt iſt. Hier giebt es keine flache Gegend mehr, denn ein Zaun von dick belaubten Bäumen bildet das Ufer des Fluſſes. Man ſieht einen 200 Toiſen breiten Kanal, eingeſchloſſen von zwei enormen Mauern, welche von Lianen und Blätterwerk bedeckt ſind. Oft verſuchten wir zu landen, ohne daß wir den Kahn verlaſſen konnten. Bisweilen fuhren wir gegen Sonnenuntergang eine ganze Stunde am Ufer hin, nur um nicht etwa eine Lichtung (denn das giebt es gar nicht), ſondern blos einen weniger angefüllten Platz zu finden, an dem unſere Indianer mit Hülfe der Axt genug Raum gewinnen könnten, um ein Bivouac für 12—13 Perſonen darauf zu errichten. Ueber Nacht in der Pirogue zu bleiben, war uns unmöglich, denn die Mosquitos, die uns am Tage peinigten, ſammelten ſich bei Nacht unter dem Toldo. Niemals waren unſere Hände, war unſer Geſicht ſo angeſchwollen. Der Pater Zea,[2] der damit prahlte, in den Miſſionen bei den Cataracten die größten und wirkſamſten Stechfliegen zu haben, gab nach und nach zu, daß die Stiche der Caſſiquiareinſecten ſchmerzhafter ſeien als alle, die er jemals empfunden. Mitten im dichten Wald hatten wir Mühe, uns Brennholz zu verſchaffen, denn in dieſen Aequatorialregionen, wo es fortwährend regnet, ſtrotzen die Aeſte der Bäume ſo von Saft, daß ſie faſt gar nicht brennen. Da es keine kahlen Flecke gibt, kann man ſich nicht leicht altes Holz verſchaffen, das die Indianer an der Sonne gebacken nennen. Andrerſeits war uns das Feuer auch nur nothwendig, um vor den Thieren des Waldes Schutz zu gewähren, denn wir waren in einer ſolchen Noth an Nahrungsmitteln, daß wir es zum Kochbedarfe ziemlich entbehren konnten."

Etwas oberhalb der Trennungsſtelle des Caſſiquiare vom Orinoco, an letzterem Fluße, iſt die letzte und oberſte Miſſion Esmeralda, die iſolirteſte chriſtliche Anſtalt am ganzen Strome, am ganzen Orinoco berüchtigt wegen der Bösartigkeit und der Menge der dortigen Stechfliegen, und darum Ver-

1) Rel. hist. II. 511.

2) Der Reiſegefährte Humboldt's und Bonpland's auf der Orinocofahrt.

bannungs- und Strafort für jene Glieder des Obſervantenordens, die ſich an der Küſte die Ungnade ihrer Obern zugezogen haben.

Nach Feſtſtellung der Bifurcation des Orinoco hätte Humboldt noch eine zweite Aufgabe zu löſen gehabt, nämlich die, die Quellen des Stromes aufzuſuchen; allein hier ſtellten ſich unüberſteigliche Hinderniſſe entgegen. Man konnte nämlich damals von Esmeralda aus den Fluß noch 6½ Tagereiſen weit aufwärts verfolgen. Dort wird der Orinoco enge und erhält den Charakter eines Alpenſtromes. Da wo ſich der Gehette mit ihm verbindet, befindet ſich ein Waſſerfall, ein Damm von Granitfelſen durchſetzt den Fluß, und kein weißer Mann hatte noch ſeinen Fuß darüber geſetzt. Ueber dieſem Waſſerfall, dem Raudal der Guaharibos, hatten dieſe, ein faſt weißer Indianerſtamm, eine Brücke von Lianen errichtet, und verwehrten, durch das frühere Benehmen der Europäer feindſelig gemacht, jedes weitere Vordringen. Da nun hier nichts zu hoffen war, gingen Humboldt und Bonpland nicht über Esmeralda hinaus, und erſt Schomburgk, der dieſe Gegenden im Auftrage der geographiſchen Geſellſchaft zu London bereiſte, war die Entdeckung der Orinocoquellen vorbehalten. Bei dem Raudal der Guaharibos geht der Orinoco, wenn wir dem oben angegebenen Ritterſchen Begriffe folgen, von dem Oberlaufe in den Mittellauf über.

Esmeralda verließen die beiden Reiſenden am 23. Mai 1800 und fuhren den Strom abwärts bis Angoſtura, das 3 Grade öſtlicher liegt als die Einmündung des Apure, wo ſie zum erſten Male den Orinoco geſehen hatten. Die Thalfahrt war ohne Vergleich weniger beſchwerlich als die Bergfahrt, denn ſie konnten jetzt mit der Strömung treiben, und weil ſie nun die Mitte des Stromes halten konnten, waren ſie auch von den Mosquitos weniger geplagt, da dieſe ſich vorzugsweiſe in den an den Ufern befindlichen Altwaſſern aufhalten, welche man der ſchwächere Strömung wegen bei der Bergfahrt aufſuchen muß.

Von dem Apure an hatten ſie bis Angoſtura, der Hauptſtadt der Provinz Guyana, einen Weg von 500 Lieues (20 auf 1 Grad) in 75 Tagen zurückgelegt, und erreichten letztere Stadt (12. Juni) mit dem unſäglichen Wohlbehagen, endlich wieder einmal die Bequemlichkeiten zu genießen, welche die Civiliſation bietet.

An den Ufern des Caſſiquiare hatten ſich ſowohl Humboldt als Bonpland den Keim zu einer Krankheit geholt, welche nun als bösartiges Fieber beſonders heftig bei Letzterem ausbrach, und beide einen ganzen Monat in Angoſtura zurückhielt.

Nach erlangter Geneſung verließen die beiden Freunde den Orinoco,

verfolgten ihn alſo nicht bis zu ſeiner Mündung, ſondern reiſten zu Lande über die Llanos von Venezuela, der öſtlichen Fortſetzung derer von Caracas, denen ſie im Allgemeinen ähnlich ſind, zurück nach Cumana, und beendigten hiermit ihre erſte größere Expedition in Südamerika.

Die Erinnerung an die Mühſeligkeiten der Reiſe in's Innere eines Landes war noch ſo lebendig bei den beiden Gelehrten, daß der Gedanke an eine lange Seereiſe ihnen reizend vorkam, und ſie beſchloſſen daher, Südamerika auf Nimmerwiederſehen zu verlaſſen, auf den Beſuch der Andes von Peru zu Gunſten des Archipels der Philippinen zu verzichten, nach einem einjährigen Aufenthalte in Neuſpanien (Mexico) mit der Gallione von Acapulco nach Manilla zu reiſen und über Baſſora und Aleppo nach Europa zurückzukehren. Im Verfolge dieſes Planes verließen ſie Cumana, fuhren nach Neu-Barcellona und ſegelten von da nach der Havanna, wo ſie bis zum April 1801 blieben.

Als gegen Ende dieſes Monats die Unterſuchungen, die ſie auszuführen beſchloſſen hatten, beendigt waren, wollten ſie eben mit dem Geſchwader des Admiral Ariztizabal nach Vera-Cruz abreiſen, als ſie durch falſche Nachrichten aus Europa veranlaßt wurden, ihren Plan zu ändern.

Vor ſeiner Abreiſe von Paris hatte Humboldt in Erfahrung gebracht, daß auf Koſten der franzöſiſchen Regierung eine Expedition unter dem Capitain Baudin nach Südamerika und in den großen Ocean geſchickt werden ſolle, und hatte mit Baudin verabredet, daß er in Amerika mit ihm zuſammentreffen wolle, wo es ihm nur immer möglich ſei, um dann den übrigen Theil der Reiſe zuſammen zu machen. In der Havanna erfuhr nun Humboldt, daß die franzöſiſche Expedition abgeſegelt ſei, um ſich um das Cap Horn, über Chili und Peru nach Neuholland zu begeben, und es wurde beſchloſſen, nach Carthagena zu fahren und die Andes zu überſetzen, um dann Baudin zu erwarten.[1] Die bisher gemachten Sammlungen wurden in drei nahe gleiche Theile getheilt, um unglücklichen Falles nicht Alles zu verlieren. Der eine Theil wurde einem nach Cadix reiſenden Obſervantenmönche anvertraut, und ging mit dem Schiffe zu Grunde. Der zweite Theil über England nach Deutſchland befördert und die Manuſcripte Humboldt's enthaltend, kam an Ort und Stelle, der dritte Theil wurde in der Havanna deponirt, um ſpäter nach Europa mitgenommen zu werden.

1) Erſt in Quito erfuhren die Reiſenden, daß Baudin nicht um das Cap Horn, wie verabredet war, ſondern um das Cap d. g. Hoffnung geſegelt war, daß alſo von einem Zuſammentreffen nicht die Rede ſein könne.

Das nächſte Ziel der Reiſe war Carthagena, von wo ſie des dortigen ungeſunden Klimas wegen bis zum 19. April nach dem nahen Dorfe Turbaco überſiedelten und dann den Rio Magdalena aufwärts zogen.

Gewitzigt durch die Erfahrungen, die ſie am Orinoco gemacht, und wobei Bonpland's Geſundheit ſo ſehr gelitten hatte, beſchloſſen ſie, ſich mit allen den Bequemlichkeiten zu verſehen, die man ſich damals am Magdalenenſtrom verſchaffen konnte. Statt in einer Hängematte oder auf einer Haut auf dem Boden ausgeſtreckt zu liegen und ſich ſo den Stichen der Mosquitos auszuſetzen, verſorgten ſie ſich dem Landesgebrauche zufolge mit Matratzen, mit einem Feldbette und vor Allem mit einem Toldo aus ſehr locker gewebtem Baumwollzeug, der vorſichtig unter die Matratze geſchlagen, eine Art Zelt bildet, welches die Inſecten zu durchdringen nicht vermögen. Zwei ſolche Betten, in einen Cylinder von ſtarkem Kupferblech eingeſchloſſen, bilden eine Maulthierladung.

Mit der Reiſe von Carthagena nach Bogota hört die von Humboldt ſelbſt publicirte Beſchreibung der Reiſe in Amerika auf, und es möge mir geſtattet ſein, über die Fortſetzung derſelben eine andere Quelle zu benutzen. Der dringenden Bitte des Herausgebers und Verlegers des „Converſationslexikons" von Brockhaus nachgebend, theilte der berühmte Gelehrte der Verlagshandlung freundlichſt eine vollſtändige Zuſammenſtellung ſeiner Reiſen, nebſt Angabe der Zeitfolge, der Richtung und des Zweckes mit, welche für den Artikel „Alexander v. Humboldt" in der zehnten Auflage des Converſationslexikons benutzt wurde. Nachſtehende, mit Anführungszeichen bezeichnete Stellen ſind wörtlich der Handſchrift Humboldt's entlehnt.

„Von Batabano an der Südküſte der Inſel Cuba ſegelten ſie[1] im März 1801 nach Carthagena de Indias, um von da aus nach Panama zu gehen; allein weil die Jahreszeit die Ausführung dieſes Planes hinderte, fuhren ſie 54 Tage lang den Magdalenenſtrom hinauf bis Honda, um über Guaduas das 8200 Fuß hohe Plateau von Bogota zu erreichen. Sie machten von Bogota aus Streifzüge nach den merkwürdigſten Punkten der Umgegend. Im September 1801 brachen ſie trotz der eingetretenen Regenzeit wieder gegen Süden auf, indem ſie über Ibague, die Cordillera de Quindiu (höchſter Punkt des Nachtlagers 10800 Fuß), Carthago, Popayan am Fuße des Vulkanes von Puraé, den Paramo de Almaguer und die große Hochebene von Los Paſtos nach den größten Beſchwerden am 6. Jan. 1802 Quito erreichten. Die Reiſe auf dem Rücken der Cordilleren von Bogota bis Quito

1) Humboldt und Bonpland.

immer auf Maulthieren und von vielem Gepäck begleitet, hatte volle 4 Monate gedauert. Andere 5 Monate (vom 6. Jan. bis 9. Jun. 1802) vergingen ihnen unter viel umfaſſenden Unterſuchungen in dem ſchönen Hochthale von Quito und in der Kette von mit ewigem Schnee bedeckten Vulkanen, welche daſſelbe umſchließen. Durch zufällige Umſtände begünſtigt, ſtiegen ſie an mehreren derſelben bis zu früher nicht erreichten Höhen. Auf dem Chimborazo gelangten ſie am 23. Juni 1802 bis zur Höhe von 18096 Fuß, alſo um 3876 Fuß höher als La Condamine 1738 am Nevado de Corazon. Sie ſtanden hier auf dem höchſten, je vorher von Menſchen erſtiegenen Punkte feſter Erde, und wurden durch eine tiefe Schlucht an der Erklimmung der äußerſten, noch um 2004 Fuß höhern Spitze gehindert. Carlos Montufar, der Sohn des Marquès von Selvalegre, ein trefflicher, lernbegieriger junger Mann, der, wie viele der Beſſeren ſeines Volkes, der ſpäter eingetretenen Revolution als Opfer fiel, ſchloß ſich in Quito an die Reiſenden an, und begleitete ſie fortan bis zum Schluſſe der langen Wanderung, durch Peru und Mexico nach Paris. Ueber den Andespaß im Paramo de Aſſuay (wo der Weg bei Cadlud faſt die Höhe des Gipfels des Montblanc erreicht), über Cuença und die Chinawälder von Loxa ſtiegen ſie in das Thal des oberen Amazonenfluſſes bei Jaen de Bracamoros hinab, und erreichten über die fruchtbare Hochebene von Caxamarca, über die Bergſtadt Micuipampa (in 11140 Fuß Höhe bei den berühmten Silbergruben von Chota), und über Montan, den weſtlichen Abfall der Cordilleren von Peru. Hier genoſſen ſie auf dem Alto de Guangamarca zum erſten Male, von einer Höhe von 9000 Fuß herab, des Anblicks der Südſee. Sie gelangten bei Truxillo an die Küſte und gingen durch die waſſerarme Sandwüſte von Niederperu bis zu dem mit Gärten umgebenen Lima. Nachdem einer der Hauptzwecke der peruaniſchen Reiſe, die Beobachtung des Durchgangs des Mercur durch die Sonne, erfüllt war, ſchifften ſie ſich Ende December 1802 von Callao nach Guayaquil ein und landeten am Schluſſe einer zweiten ermüdenden Fahrt in Acapulco den 23. März 1803. Ueber Tasco und Cuernaraca erreichten ſie im April die Hauptſtadt Mexico's, wo ſie einige Monate verweilten und dann nach Norden gewendet Guanaxuato und Valladolid beſuchten, die Provinz Mechoacan durchſtreiften, der Küſte der Südſee nahe den erſt 1759 ausgebrochenen Vulkan von Jorullo maßen, und über Toluca nach Mexico zurückkehrten. Ein nochmaliger Aufenthalt in dieſer damals ſehr reichen und durch die Bildung der höheren Einwohnerklaſſen ausgezeichneten Stadt wurde zur Ordnung der reichen Sammlungen und zur Zuſammenſtellung der vielſeitigen Beobachtungen verwendet. Im Januar 1804 gingen die Reiſen-

den, nachdem ſie vorher den Vulkan von Toluca (14232 Fuß), und den Cofre de Perote (12588 Fuß) beſtiegen und gemeſſen, durch die Eichenwälder von Xalapa, die ſchon in einer Höhe von 2860 Fuß über der Meeresfläche anfangen, nach Veracruz hinab, wo ſie dem damals wieder unerwartet ausgebrochenen ſchwarzen Erbrechen (Vomito prieto) entkamen. Das barometriſche Nivellement des öſtlichen Abfalls des Hochlandes von Mexico (7000—7200 Fuß) gegen Veracruz hin konnte nun mit dem früher vollendeten Nivellement des weſtlichen Abfalls nach Acapulco an der Südſee verglichen werden. Aus beiden wurden von Meer zu Meer die Profile (ſenkrechte Projectionen) conſtruirt, die erſten, die man je von einem ganzen Lande bis dahin gegeben hatte. Am 7. März 1804 verließ Humboldt die mexicaniſche Küſte, ſegelte auf der königlichen Fregatte „La O" nach der Havana, wo er wieder zwei Monate verweilte, und die Materialien vervollſtändigte, die ihm zu ſeinem Werke: „Essai politique sur l'île de Cuba" gedient haben. Am 29. April ſchiffte er ſich mit Bonpland und Carlos Montufar nach Philadelphia ein. Die Ueberfahrt dauerte 20 Tage, ſie war in der Bahamaſtraße gefahrvoll ſtürmiſch. Humboldt konnte nur wenige Wochen lang in Waſhington ſich der freundſchaftlichen Aufnahme bei dem Präſidenten Jefferſon erfreuen. Er verließ ungern den neuen Continent den 9. Juli in der Mündung des Delaware, und landete den 3. Aug. 1804 in Bordeaux, an Sammlungen, beſonders aber an Beobachtungen aus dem großen Gebiete der Naturwiſſenſchaften, der Geographie und Statiſtik vielleicht reicher als irgend ein früherer Reiſender."

Dem Berichte über die Orinocoreiſe habe ich, um den Leſer mehr mit den jeweiligen Gegenden bekannt zu machen, einige landſchaftliche Schilderungen Humboldt's beigefügt. Es möge geſtattet ſein, hier eine Darſtellung zu wiederholen, welche Humboldt in ſeinen Text zur 5ten Kupfertafel des Atlas pittoresque (Tübingen, 1810. 8.) gegeben hat, und die im Gegenſatze zu den früheren Reiſen in der Ebene nunmehr eine Gebirgspartie beſpricht.

„Das Quindiugebirge (Weg von Santa Fé de Bogota nach Popayan und an die Ufer des Cauca) wird als die beſchwerlichſte Straße in der Cordillera der Anden angeſehen. Es iſt ein dichter, völlig unbewohnter Wald, den man auch in der beſten Jahreszeit nicht ſchneller als in 10 oder 12 Tagen zurücklegt. Hier findet man keine Hütte, keine Lebensmittel, und die Reiſenden verſehen ſich in jeder Jahreszeit auf einen ganzen Monat mit Vorräthen, weil es nur zu oft geſchieht, daß ſie durch das Schmelzen des Schnees und plötzliches Anſchwellen der Gießbäche ſo ſehr abgeſchnitten wer-

den, daß ſie weder auf der Seite von Carthago, noch auf der von Ibague herabkommen können. Der höchſte Punkt des Weges, die Garita del Paramo, liegt 3505 Meter über der Fläche des Oceans. Da der Fuß des Gebirgs gegen die Ufer des Cauca hin nicht über 963 Meter erhoben iſt, ſo genießt man daſelbſt im Durchſchnitt ein ſehr mildes und gemäßigtes Klima. Der Pfad über die Cordillera iſt ſo eng, daß ſeine gewöhnliche Breite nicht über 3 bis 4 Decimeter beträgt, und er größtentheils einer offenen, durch die Felſen gehauenen Gallerie ähnlich iſt. In dieſem Theile der Anden iſt der Fels, wie beinahe ſonſt überall, mit einer dicken Thonlage bedeckt. Die Waſſerbäche, welche von dem Gebirge herabfließen, haben Schluchten von ſechs bis ſieben Meter Tiefe ausgeſpült."

„Dieſe Schluchten, in denen ſich der Weg fortzieht, ſind mit Moraſt gefüllt, und ihre Dunkelheit wird noch durch die dichte Vegetation, welche ihren Rand einfaßt, vermehrt. Die Ochſen, deren man ſich in dieſen Gegenden gemeiniglich als Saumthiere bedient, kommen nur mit größter Mühe in dieſen Gallerien fort, welche bis auf 2000 Meter Länge haben. Hat man das Unglück, ſolchen Saumthieren zu begegnen, ſo iſt kein anderes Mittel, ihnen aus dem Wege zu gehen, als den Pfad wieder zurückzuwandeln, oder auf die Erdmauer zu ſteigen, welche die Schlucht einfaßt, und ſich da an den Wurzeln feſtzuhalten, die von dem Baumwerke der Höhen hervorragen."

„Als wir im Monat October 1801 zu Fuß und mit 12 Ochſen, welche unſere Inſtrumente und Sammlungen trugen, das Quindiugebirge bereiſten, litten wir ſehr viel durch die beſtändigen Platzregen, denen wir die drei oder vier letzten Tage, bei unſerm Herabſteigen von dem weſtlichen Abhang der Cordillere ausgeſetzt waren. Der Weg führte durch ein ſumpfiges, mit Bambusſchilf bedecktes Land, die Stacheln, womit die Wurzeln dieſer giganteſken Grasart bewaffnet ſind, hatten unſere Fußbekleidung ſo zerriſſen, daß wir genöthigt waren, wie alle Reiſenden, die ſich nicht von Menſchen auf dem Rücken tragen laſſen wollen, baarfuß zu gehen. Dieſer Umſtand, die beſtändige Feuchtigkeit, die Länge des Wegs, die Muskelkraft, welche man, um auf dichtem, ſchlammigem Thon zu gehen, anwenden muß, und die Nothwendigkeit, durch ſehr tiefe Gießbäche von äußerſt kaltem Waſſer zu waten, machen dieſe Reiſe gewiß beſchwerlich; aber in ſo hohem Grade ſie das auch iſt, ſo hat ſie doch keine der Gefahren, womit die Leichtgläubigkeit des Volks die Reiſenden ſchreckt. Der Pfad iſt freilich ſchmal, aber die Stellen ſind ſehr ſelten, da er an Abgründen wegführt. Da die Ochſen ihre Beine immer in dieſelben Fußſtapfen ſtellen, ſo bildet ſich dadurch eine Reihe von kleinen Gräben, die den Weg durchſchneiden, und zwiſchen denen eine ſehr

enge Erderhöhung ſich anſetzt. Bei ſtarken Regen ſtehen dieſe Dämme unter Waſſer, und der Gang des Reiſenden wird nun doppelt unſicher, da er nicht weiß, ob er auf den Damm oder in den Graben ſeinen Fuß ſetzt."

„Da nur ſehr wenige wohlhabende Perſonen in dieſen Klimaten geübt ſind, 15—20 Tage hinter einander und auf ſo beſchwerlichen Wegen zu Fuß zu gehen, ſo läßt man ſich von Menſchen tragen, welche ſich einen Seſſel auf den Rücken gebunden haben, indem es beim gegenwärtigen Zuſtande der Straße über den Quindiu unmöglich wäre, ſie auf Mauleſeln zurückzulegen. Man ſpricht daher in dieſem Lande vom Reiſen auf dem Rücken eines Menſchen (andar en carguero), wie man anderwärts von einer Reiſe zu Pferd redet. Auch verbindet man gar keine erniedrigende Vorſtellung mit dem Gewerbe des Cargueros, und die, welche es treiben, ſind keine Indianer, ſondern Meſtizen, und manchmal ſogar Weiße. Oft hört man mit Erſtaunen nackte Menſchen, welche dieſes in unſern Augen ſo entehrende Handwerk treiben, mitten im Walde ſich herumſtreiten, weil der eine dem andern, welcher eine weißere Haut zu haben behauptet, die hochtönenden Titel Don und Sa Merced verweigert. Die Cargueros tragen gewöhnlich 6—7 Arrobas (75—88 Kilogramm) und manche ſind ſo ſtark, daß ſie ſogar 9 Arrobas aufladen. Bedenkt man die ungeheuere Anſtrengung, welche dieſe Unglücklichen, die 8—9 Stunden machen müſſen, ſo ſie täglich in dieſem Gebirgslande zurücklegen; weiß man, daß ihr Rücken manchmal wund gedrückt wird, und daß die Reiſenden oft grauſam genug ſind, ſie, wenn ſie krank werden, mitten im Walde liegen zu laſſen; weiß man überdieß, daß ſie auf einer Reiſe von Ibague nach Carthago in einer Zeit von 15 und ſelbſt von 25—30 Tagen, nicht mehr als 12—14 Piaſter (60—70 Fr.) gewinnen, ſo begreift man kaum, wie alle ſtarken jungen Leute, die am Fuß dieſer Gebirge wohnen, das Gewerbe der Cargueros, eines der mühſeligſten von allen, denen ſich die Menſchen ergeben, freiwillig wählen können. Allein der Hang zu einem freien, herumſtreifenden Leben, und die Idee einer gewiſſen Unabhängigkeit in den Wäldern, läßt ſie dieſe beſchwerliche Beſchäftigung den monotonen und ſitzenden Arbeiten der Städte vorziehen."

„Indeß iſt der Weg über das Quindiugebirge nicht die einzige Gegend im ſüdlichen Amerika, wo man auf dem Rücken von Menſchen reiſt. Die ganze Provinz von Antioquia z. B. iſt mit Gebirgen umgeben, über welche ſo ſchwer zu kommen iſt, daß diejenigen, die ſich der Geſchicklichkeit eines Carguero nicht anvertrauen wollen, und nicht ſtark genug ſind, um den Weg von Santa Fe de Antioquia nach der Boca de Nares, oder nach dem Rio Samana zu Fuß zu machen, dieſes Land gar nicht verlaſſen können.

Ich habe einen Bewohner dieſer Provinz gekannt, deſſen Körperumfang ungewöhnlich groß war. Er hatte nur zwei Meſtizen gefunden, welche im Stande waren, ihn zu tragen, und er hätte unmöglich wieder nach Hauſe zurückkehren können, wenn dieſe beiden Cargueros während ſeines Aufenthaltes an den Ufern des Magdalenenfluſſes in Mompox oder in Honda geſtorben wären. Der jungen Leute, die ſich in Cocho, in Ibague und in Medellin als Laſtthiere gebrauchen laſſen, ſind ſo viele, daß man manchmal ganzen Reihen von 50—60 begegnet. Als man vor einigen Jahren den Plan hatte, den Gebirgsweg von dem Dorfe Nares nach Antioquia für die Maulthiere zu bahnen, machten die Cargueros in aller Form Vorſtellungen gegen die Verbeſſerungen der Straße, und die Regierung war ſchwach genug, ihren Einwendungen zu willfahren. Indeß muß auch hier bemerkt werden, daß die mexikaniſchen Bergwerke eine Menſchenklaſſe enthalten, die keine Beſchäftigung hat, als Andere auf ihrem Rücken zu tragen. In dieſen Klimaten ſind die Weißen ſo träge, daß jeder Bergwerksdirector einen oder zwei Indianer in ſeinem Sold hat, welche ſeine Pferde (Cavallitos) heißen, weil ſie ſich alle Morgen ſatteln laſſen, und auf einen kleinen Stock geſtützt und mit vorgeworfenem Körper ihren Herrn von einem Theile des Bergwerks nach dem andern tragen. Unter den Cavallitos und Cargueros unterſcheidet und empfiehlt man den Reiſenden diejenigen, die ſichere Füße und einen ſanften, gleichen Schritt haben, und es thut einem recht wehe, von den Eigenſchaften eines Menſchen in Ausdrücken reden zu hören, womit man den Gang der Pferde und Maulthiere bezeichnet."

„Diejenigen, die ſich auf dem Seſſel eines Carguero tragen laſſen, müſſen mehrere Stunden hinter einander unbeweglich und rückwärts den Körper geſenkt daſitzen. Die geringſte Bewegung würde den, der ſie trägt, ſtürzen machen, und ein Sturz iſt hier um ſo gefährlicher, da der Carguero in zu großem Vertrauen auf ſeine Geſchicklichkeit oft die ſteilſten Abhänge wählt, oder auf einem ſchmalen und glitſchigen Baumaſt über einen Waldſtrom ſetzt. Indeſſen ſind Unglücksfälle ſehr ſelten, und müſſen, wo ſie auch geſchehen ſind, der Unklugheit der Reiſenden beigemeſſen werden, welche durch einen Mißtritt des Carguero erſchreckt, von ihrem Seſſel herabgeſprungen ſind."

„Iſt man in Ibague angekommen, und rüſtet man ſich zu der Reiſe, ſo läßt man in dem benachbarten Gebirge einige hundert Bijao-Blätter ſchneiden, einer Pflanze aus der Familie des Piſange, welche ein neues, an das der Thalia grenzendes Geſchlecht bildet, und die man ja nicht mit der Heliconia Bihai verwechſeln darf. Dieſe Blätter, welche häutig und glän-

zend ſind, wie die der Musa, haben eine ovale Form, 54 Centimeter (20 Zoll) Länge und 37 Centimeter (14 Zoll) Breite. Ihre untere Fläche iſt ſilberweiß und mit einer mehligen Materie bedeckt, die ſich ſchuppenweiſe ablöſt. Dieſer eigenthümliche Firniß macht, daß ſie dem Regen lange widerſtehen können. Sammelt man ſie, ſo macht man einen Einſchnitt in die Hautrippe, welcher die Stelle des Hakens vertritt, an dem man ſie aufhängt, wenn man das tragbare Dach aufrichtet; dann dehnt man ſie aus, und rollt ſie ſorgfältig zu einem cylinderförmigen Pack zuſammen. Um eine Hütte, in welcher 6—8 Perſonen ſchlafen können, zu bedecken, braucht man 50—60 Kilogramm Blätter. Kommt man mitten in den Wäldern auf eine Stelle, wo der Boden trocken iſt, und man die Nacht zubringen will, ſo hauen die Cargueros einige Baumäſte, die ſie in Form eines Zeltes zuſammenſtellen. In einigen Minuten iſt dieſes leichte Gebälke mit Linnen- und Agavefaſern, die 3—4 Decimeter von einander parallel laufen, in Quadrate getheilt. Während dieſer Zeit hat man den Pack von Bijaoblättern auseinander gerollt, und mehrere Perſonen ſind beſchäftigt, ſie an dem Gegitter zu befeſtigen, das ſie am Ende wie mit Dachziegeln bedecken. Dergleichen Hütten ſind ſehr friſch und bequem, ob man ſie gleich in größter Eile aufführt. Bemerkt der Reiſende bei Nacht, daß der Regen eindringt, ſo zeigt er nur die Stelle, welche tropft, und ein einziges Blatt hilft dem Ungemach ab. Wir brachten im Thale von Boquia mehrere Tage unter einem ſolchen Blätterzelt ohne naß zu werden zu, obgleich der Regen ſehr ſtark und beinahe unaufhörlich war."

Um das Bild der von Humboldt bereiſten Gebirgskette von Südamerika zu vervollſtändigen, ſei zum Schluſſe der Beſchreibung eines Zugangs noch eine Darſtellung der Hochebene ſelbſt angeführt, welche Humboldt in demſelben Werke als Text zur 16. Kupfertafel unter dem Titel: Anſicht des Chimborazo und des Carguairazo gegeben hat.

„Die Andencordillere theilt ſich bald in verſchiedene Zweige, die durch der Länge nach ſich erſtreckende Thäler von einander getrennt ſind, bald bildet ſie nur eine einzige Maſſe, welche in vulkaniſche Spitzen ausgezackt iſt. Reiſt man von Popayan ſüdwärts, ſo ſieht man auf dem dürren Plateau der Provinz de los Paſtos die 3 Kettenglieder der Anden in eine Gruppe zuſammentreffen, welche ſich weit jenſeits des Aequators erſtreckt. Dieſe im Königreich Quito gelegene Gruppe ſtellt von dem Fluſſe Chota an, der ſich durch Baſaltgebirge hinwindet, bis zum Paramo von Aſſuay, auf welchem ſich die merkwürdigen Reſte peruaniſcher Baukunſt erheben, eine ganz eigene Anſicht dar. Die höchſten Gipfel ſtehen in 2 Reihen, die einen doppelten

Kamm der Cordilleren bilden, und dieſe koloſſalen, mit ewigem Schnee bedeckten Bergſpitzen haben den Operationen der franzöſiſchen Akademiker bei ihrer Meſſung des Aequatorialgrads zu Signalen gedient. Ihre ſymmetriſche Stellung auf 2 von Norden nach Süden laufenden Linien verführte Bouguer, ſie als 2 durch ein der Länge nach laufendes Thal getrennte Kettenglieder anzuſehen. Allein, was dieſer berühmte Aſtronom den Grund des Thales nennt, iſt der Rücken der Andes ſelbſt, und ein Plateau, deſſen abſolute Höhe 2700—2900 Meter beträgt. Es iſt von Wichtigkeit, einen ſolchen doppelten Gebirgskamm nicht mit einer wirklichen Verzweigung der Cordilleren zu verwechſeln."

„In dieſen Ebenen iſt die Bevölkerung des wunderbaren Landes vereinigt; hier liegen die Städte, welche 30—50000 Einwohner zählen. Hat man einige Monate auf dieſem hohen Plateau gelebt, wo ſich das Barometer immer auf 0,m54 hält, ſo wird man von einer unwiderſtehlichen Täuſchung hingeriſſen, und vergißt es nach und nach völlig, daß alles, was den Beobachter umgiebt, daß dieſe Dörfer mit der Induſtrie eines Gebirgsvolks, dieſe mit Lamas und europäiſchen Schafen bedeckten Weiden, dieſe mit lebendigen Gehegen von Duranta und Barnadeſia eingefaßten Obſtgärten, dieſe ſorgfältig bearbeiteten und reiche Ernten verſprechenden Aecker gleichſam in die hohen Regionen der Atmoſphäre aufgeknüpft ſind; und man erinnert ſich kaum, daß der Boden, den man bewohnt, höher über den nahen Küſten des ſtillen Meeres liegt, als der Gipfel des Canigu über dem Baſſin des mittelländiſchen Meeres."

„Betrachtet man den Rücken der Cordilleren als eine ungeheuere, von fernen Gebirgsmaſſen begrenzte Ebene, ſo gewöhnt man ſich, die Ungleichheiten des Kamms der Anden als ebenſoviele iſolirte Spitzen anzuſehen. Der Pichincha, der Cayambe, der Cotapaxi und alle dieſe vulkaniſchen Pic's, welche mit eigenen Namen bezeichnet ſind, unerachtet ſie bis über die Hälfte ihrer ganzen Höhe nur eine Maſſe ausmachen, ſcheinen in den Augen der Bewohner von Quito eben ſo viele Berge, die ſich mitten auf einer waldloſen Ebene erheben, und dieſe Täuſchung wird um ſo vollſtändiger, da die Einſchnitte des doppelten Kamms der Cordilleren zu der Fläche der hohen, bewohnten Ebenen hinabreichen. Die Anden ſtellen ſich daher auch nur in großer Entfernung, wie von der Küſte des großen Oceans oder von den Steppen, welche ſich an ihren öſtlichen Abhang hinſtrecken, als eine völlige Kette dar. Steht man dagegen auf dem Rücken der Cordilleren ſelbſt, entweder im Königreiche Quito oder in der Provinz de los Paſtos, oder noch nördlicher, im Innern von Neuſpanien, ſo ſieht man blos einen Haufen

einzelner Berggipfel und Gruppen iſolirter Gebirge, welche ſich von dem Centralplateau losmachen; denn je größer die Maſſe der Cordilleren iſt, um ſo ſchwerer findet man es, ihren Bau und ihre Größe aufzufaſſen."

„Und dennoch wird das Studium dieſer Form und dieſer Gebirgsphyſiognomie, wenn ich den Ausdruck wagen darf, durch die Richtung der hohen Ebenen, welche den Rücken der Anden bilden, wunderbarlich erleichtert. Reiſt man von der Stadt Quito nach dem Paramo Aſſuay, ſo ſieht man auf einer Länge von 37 Meilen nach einander weſtwärts die Spitzen des Caſitagua, Pichincha, Atacazo, Corazon, Iliniza, Carguairazo, Chimborazo und Cunambay, und gegen Oſten die Gipfel des Guamani, Antiſana, Paſſuchoa, Rumiñavi, Cotopaxi, Quelendaña, Tungurahua und Capa-Urcu erſcheinen, welche ſämmtlich mit Ausnahme von dreien oder vieren höher ſind als der Montblanc. Dieſe Gebirge ſtehen auf eine Weiſe da, daß ſie vom Centralplateau aus betrachtet, ſtatt ſich gegenſeitig zu bedecken, vielmehr in ihrer wahren Geſtalt, wie auf das azurblaue Himmelsgewölbe gemalt, darſtellen. Man glaubt auf einem und demſelben verticalen Plan ihren ganzen Umriß zu ſehen; ſie erinnern an den impoſanten Anblick der Küſten von Neunorfolk und des Cookfluſſes, und gleichen einem ſchroffen Uferland, das ſich aus dem Meere hebt, und um ſo näher ſcheint, da kein Gegenſtand zwiſchen ihm und dem Auge ſteht.

„Wie ſehr indeß der Bau der Cordilleren und die Form des Centralplateaus die geologiſchen Beobachtungen begünſtigen, und wie leicht ſie es dem Reiſenden machen, die Umriſſe des doppelten Kammes der Anden in der Nähe zu unterſuchen, ſo verkleinert die ungeheuere Höhe dieſes Plateaus dafür auch die Gipfel, welche auf Inſelchen in den weiten Raum der Meere geſtellt, wie der Mowna-Roa und der Pic von Teneriffa durch ihre furchtbare Höhe Staunen erregen würden. Die Ebene von Tapia hat eine abſolute Höhe von 2191 Metern iſt, alſo nur $^1/_{16}$ niedriger als der Aetna. Der Gipfel des Chimborazo reicht ſomit blos 3640 Meter über die Höhe dieſes Plateaus weg, und demnach 84 Meter weniger als die Spitze des Montblanc über die Priorei von Chamouny, denn die Verſchiedenheit des Chimborazo und des Montblanc verhält ſich ungefähr wie die der Höhe des Plateaus von Tapia und des Grundes vom Chamounythale. Auch der Gipfel des Pic's von Teneriffa iſt, gegen die Lage der Stadt Orotava verglichen, höher als der Chimborazo und der Montblanc über Riobamba und Chamouny."

„Gebirge, welche uns durch ihre Höhe in Erſtaunen ſetzen würden wenn ſie am Meeresufer ſtänden, ſcheinen auf den Rücken der Cordilleren

geſtellt bloße Hügel. Quito z. B. lehnt ſich an einen kleinen Kegel, Invirac genannt, der den Bewohnern dieſer Stadt nicht höher vorkommt, als der Montmartre oder die Höhe von Meudon den Pariſern; und dennoch hat er nach meinen Meſſungen 3121 Meter abſolute Höhe und erhebt ſich demnach beinahe ſo hoch als der Gipfel des Marboré, einer der höchſten Spitzen der Pyrenäenkette."

„Neben allen Wirkungen dieſer Täuſchung, welche durch die Höhe des Plateaus von Quito, von Mulalo und von Riobamba verurſacht wird, würde man dennoch auf den Küſten oder auf dem öſtlichen Abhang des Chimborazo vergebens eine Stelle ſuchen, welche eine ſo prächtige Anſicht der Cordillere geſtattete, als ich ſie mehrere Wochen lang von der Ebene von Tapia aus genoſſen habe. Steht man auf dem Rücken der Anden zwiſchen dem doppelten Kamm, den die koloſſalen Spitzen des Chimborazo, des Tungurahua und des Cotapaxi bilden, ſo iſt man ihren Gipfeln immer noch nahe genug, um ſie unter ſehr anſehnlichen Höhenwinkeln zu ſehen. Steigt man aber gegen die Wälder herab, welche den Fuß der Cordilleren einſchließen, ſo werden dieſe Winkel ſehr klein; denn wegen der umgebenden Maſſe der Gebirge entfernt man ſich, je mehr man ſich der Meeresfläche nähert, ſehr ſchnell von den Gipfeln."

„Man erkennt 3 Arten von Hauptformen, die den Gipfeln der Anden eigen ſind. Die noch thätigen Vulkane, welche nur einen einzigen außerordentlich weiten Krater haben, ſind koniſche Gebirge mit mehr oder weniger abgeſtumpfter Spitze, wie der Cotopaxi, der Popocatepetl und der Pic von Orizaba. Andere Vulkane, deren Gipfel ſich nach einer Menge Eruptionen geſenkt hat, ſtellen zackige Kämme, ſchiefe Spitzen und zerbrochene, Einſturz drohende Felſen dar. Von der Art ſind z. B. der Altar, oder der Capac-Urcu, ein Gebirge, das einſt höher war als der Chimborazo und deſſen Zerſtörung eine in der Naturgeſchichte des neuen Continents merkwürdige Epoche bezeichnet; und der Carguairazo, welcher größtentheils in der Nacht vom 19. Juli 1698 zuſammenſtürzte. Waſſerſtröme und Thonauswürfe brachen dazumal aus den geöffneten Seiten des Berges hervor und machten die ihn umgebenden Gefilde unfruchtbar. Dieſe ſchreckliche Kataſtrophe war überdieß von einem Erdbeben begleitet, das Tauſende von Einwohnern in den nahen Städten Hambato und Llactacunga erſchlug."

„Die dritte und majeſtätiſche Form der hohen Andengipfel iſt die des Chimborazo, deſſen Spitze abgerundet iſt. Sie erinnert an die kraterloſen Auswüchſe, die die elaſtiſche Kraft der Dünſte in Gegenden auftreibt, wo die grottenreiche Rinde des Globus durch unterirdiſche Feuer unterminirt iſt.

Die Anſicht von Granitgebirgen hat nur eine ſchwache Aehnlichkeit mit der des Chimborazo. Die Granitgipfel ſind abgeplattete Halbkugeln, und die Trappporphyre bilden die hochaufſtrebenden Kuppeln. So ſieht man an den Küſten der Südſee, wenn die Luft nach den langen Winterregen plötzlich ſehr durchſichtig geworden iſt, den Chimborazo wie eine Wolke am Himmel erſcheinen. Er hat ſich völlig von den ihm benachbarten Spitzen los gemacht und erhebt ſich über die ganze Andenkette wie jener majeſtätiſche Dom, das Werk von Michael Angelo's Genie, über die antiken Denkmale, welche das Capitol umfaſſen."

Die literariſche Thätigkeit, welche Humboldt nach ſeiner Rückkehr aus Amerika entwickelte, gehört wohl zu dem Großartigſten, was in dieſer Beziehung geleiſtet werden kann, ſowohl was die abſolute Anzahl und den Umfang der veröffentlichten Werke als auch die Mannichfaltigkeit der darin behandelten Gegenſtände anbelangt.

Das Hauptwerk bilden die in franzöſiſcher Sprache herausgegebenen Berichte über die Reiſe, welche den Titel: „Voyage aux regions équinoxiales du nouveau Continent, fait en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 et 1804" führen und aus 6 Abtheilungen, in gewiſſem Grade ſelbſtändigen Werken, beſtehen, die aber nicht nach der Reihe der Sectionsziffer erſchienen ſind, wie auch der urſprüngliche Plan des Werkes ſich im Laufe der Jahre geändert hat. Als Endreſultat gilt folgende Eintheilung:

Erſte Abtheilung: Relation historique. 3 Bände in 4. Paris, 1811—1829, oder 13 Bände 8. Paris, 1816—1832.

Hiervon iſt (Stuttgart 1815—1832) in 6 Octavbänden eine deutſche Ueberſetzung erſchienen, welche ſich jedoch des Beifalls Humboldt's nicht zu erfreuen hatte, wie aus der Vorrede zu einer zweiten Ueberſetzung erhellt, welche Hauff gegenwärtig herausgibt, die aber noch nicht vollendet iſt.

Urſprünglich war die Relation historique auf 4 Bände in 4. berechnet; doch ſind nur 3 davon erſchienen, welche bis zum Antritte der Expedition nach Peru (April 1801) reichen.

Atlas géographique et physique. 39 Tfl. mit Text. *Vues des Cordillères et monuments des peuples indigènes de l'Amérique (Atlas pittoresque).* Paris fol. 69 Tfl. mit Text.

Zweite Abtheilung: *Recueil d'observations de zoologie et d'anatomie comparée faites dans l'Océan Atlantique, dann l'Intérieur du*

Nouveau Continent et dans la Mer du Sud pendant les années 1799—1804.

Paris, 1811 und 1833. 2 Bände. 4.

Dritte Abtheilung: *Essai politique sur le royaume de la Nouvelle Espagne.* Ouvrage qui présente des recherches sur la géographie du Mexique, sur l'étendue de sa surface et sa division politique en intendances, sur l'aspect physique du sol, sur la population actuelle, l'état de l'agriculture, de l'industrie manufacturière et du commerce; sur les Canaux qui pourraient réunir la mer des Antilles au Grand Océan; sur les revenus de la couronne, la quantité de métaux qui a reflué du Mexique en Europe et en Asie, depuis la découverte du Nouveau Continent et sur la défence militaire de la Nouvelle Espagne.

2 Bände, Paris, 1811. 4. Mit Atlas; Text besonders 5 Bände, Paris, 1811. 8. 2. Aufl. 4 Bände, 1825. 8. Deutsch. 2 Bde. Stuttgart und Tübingen, 1811.

Vierte Abtheilung: *Recueil d'observations astronomiques, d'opérations trigonométriques et de mesures barométriques faites pendant le cours d'un voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent, depuis* 1799 *jusqu'en* 1804, *redigées et calculées d'après les tables les plus exactes par Jabbo Oltmanns; ouvrage auquel on a joint des recherches historiques sur la position de plusieurs points importants pour les navigateurs et pour les géographes.*

(2 Bände, Paris 1808—10. 4.)

Fünfte Abtheilung: *Physique générale et géologie: Essai sur la géographie des plantes, accompagné d'un tableau physique des régions équinoxiales,* fondé sur des mesures exécutées, depuis le dixième degré de latitude boréale jusqu'au dixième degré de latitude australe, pendant les années 1799, 1800, 1801, 1802, 1803.

Paris und (deutsch) Tübingen 1807. 1 Band 4., mit einer Tafel.

Sechste Abtheilung. 1) *Plantes équinoxiales, recueillies au Mexique, dans l'île de Cuba, dans les provinces de Caraccas, de Cumana et de Barcelonne, aux Andes de la Nouvelle-Grénade, de Quito et du Pérou et sur les bords du Rio-Negro, de l'Orénoque et de la rivière des Amazones.*

2 Bde. Paris 1805—1818, gr. fol. mit 140 Kpfrn.

2) *Monographie des Melastômes et autres genres du même ordre.*

2 Bde. Paris 1806—23. gr. fol. mit 120 color. Kpfrn.

3) *Nova genera et species plantarum, quas in peregrinatione ad*

plagam aequinoctialem orbis novi collegerunt, descripserunt, partim adumbraverunt A. Bonpland et A. de Humboldt, in ordinem digessit C. S. Kunth. 7 Bde. Paris 1815—25, in 4 und fol. mit 700 Kupfern.

4) *Mimoses et autres plantes légumineuses du nouveau continent, redigées par C. S. Kunth.* Paris 1819—24. gr. fol. mit 60 color. Kupfern.

5) *Révision des graminées publiées dans les Nova genera et species plantarum de M. M. de Humboldt et Bonpland, précédée d'un travail sur cette Famille par C. S. Kunth.* 2 Bände. Paris, 1829—34. gr. fol. Mit 100 Kupfern.

6) *Synopsis plantarum, quas in itinere ad plagam aequinoctialem orbis novi collegerunt A. de Humboldt et A. Bonpland auctore C. S. Kunth.* 4 Bde. Strasb. und Paris, 1822—26. 8.

Die vorſtehenden Werke ſind, wie ſich ſchon aus den Titeln einiger derſelben ergibt, nicht alle von Humboldt ſelbſt verfaßt, da eines Menſchen Leben hierzu nicht ausreichen würde.

Einen Theil davon hat Bonpland bearbeitet. Beide Reiſende waren nämlich übereingekommen, die Veröffentlichung ihrer Reſultate in der Weiſe zu veranſtalten, daß der Titel jedes Buches beide Namen gemeinſchaftlich enthalte, wenn auch nur einer die Redaction deſſelben beſorgt hätte. So iſt, wie Humboldt in der Einleitung zur Relation historique, die er ſelbſt verfaßt hat, angibt, die Bearbeitung der Werke 1 und 2 der 6. Abtheilung von Bonpland. Dieſer Gelehrte hat übrigens nur verhältnißmäßig kurze Zeit an der Herausgabe des ganzen Werkes Theil genommen. Als das erſte Napoleoniſche Reich geſtürzt war, behagte es ihm in Frankreich nicht mehr, und er ging daher 1818 als Profeſſor der Naturgeſchichte nach Buenos-Ayres. Als man lange nichts mehr von ihm erfahren hatte, kam endlich die Nachricht, er ſei im Jahre 1820 in das Innere von Paraguay gereiſt, wo er in St. Anna am öſtlichen Ufer des Fluſſes Parano eine indianiſche Colonie gegründet hatte, welche er beſuchen wollte. Dort wurde er auf Befehl des Dr. Francia, des Dictators von Paraguay, gefangen genommen, weil Letzterer die Anpflanzungen von Paraguaythee, die Bonpland an mehreren Punkten Braſiliens angelegt hatte, mit eiferſüchtigen Augen betrachtete, und den Concurrenten unſchädlich machen wollte. Im Jahre 1829 erfuhr man, Bonpland ſei frei und habe ſich nach Buenos-Ayres zurückgezogen. Später ließ er ſich in San Borja, einem kleinen Flecken von Paraguay, nieder und

lebte dort ruhig im Kreiſe ſeiner Familie. Er ſtarb im April 1858 zu Corientes.

In der zweiten Abtheilung des Reiſewerks ſind einige Abhandlungen über die Reptilien überhaupt, und ein paar von Humboldt und Bonpland aus Amerika mitgebrachte insbeſondere, von Cuvier. Die Beſchreibung der Inſecten hat Latreille, die der Fiſche und Muſcheln Valenciennes übernommen.

Die dritte Abtheilung iſt von Humboldt verfaßt.

In der vierten Abtheilung finden wir größtentheils die Arbeit von Oltmanns. Durch an Ort und Stelle gemachte Beobachtungen u. ſ. w. hatte Humboldt eine große Anzahl von Daten aus Amerika mitgebracht, welche zum Zwecke hatten, die geographiſche Länge verſchiedener Punkte zu beſtimmen. Bekanntlich mißt man die Höhe eines Ortes über dem Meere durch Beobachtung des Barometers, mit gleichzeitiger Angabe der Temperatur u. ſ. w. und es bleibt, um die wirkliche Höhe zu erhalten, nach der Beobachtung noch übrig, die durch letztere erhaltene Größe nach den Regeln zu benutzen, welche die rechnende Phyſik angibt, d. h. es iſt die Höhe in Toiſen oder Metern zu beſtimmen, welche einem gegebenen Barometerſtande bei dieſer oder jener Temperatur, in dieſer oder jener geographiſchen Breite, entſpricht. Dieſe Arbeit kann lange, nachdem die Beobachtungen gemacht ſind, aufgenommen werden, man begnügt ſich daher in der Regel, die einfachen Beobachtungsreſultate in den Reiſetagebüchern anzugeben und rechnet dieſelben nach der vorliegenden Formel gelegentlich aus. Dieſe Arbeit nun iſt es, welche den größten Theil der vierten Abtheilung ausmacht und nicht von Humboldt, ſondern von Oltmanns ausgeführt wurde. Die fünfte Abtheilung hat Humboldt zum Verfaſſer.

In der ſechſten Abtheilung iſt weitaus der größere Theil nicht von Humboldt's Hand. Die erſten zwei der oben angeführten Werke ſind, wie bereits erwähnt, von Bonpland, die übrigen von Kunth; ſie enthalten die Beſchreibungen von Pflanzen. Humboldt hat alſo ſowohl die ſyſtematiſche Zoologie, wie ſich aus der zweiten Abtheilung ergibt, als auch die ſyſtematiſche Botanik Andern überlaſſen; dagegen findet ſich in dem Werke „Nova genera etc.“ als Einleitung eine Abhandlung von ſeiner Hand, die auch unter dem Titel: „De distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium prolegomena“, ſeparat abgedruckt wurde.

Gehen wir auf die Beſprechung der von Humboldt ſelbſt herrührenden Abſchnitte des Reiſewerkes über, ſo begegnet uns zuerſt die Relation historique.

Dieſes Werk, obwohl die erſte Abtheilung des Ganzen bildend, wurde unter allen andern Sectionen zuletzt in Angriff genommen, da Humboldt urſprünglich gar nicht im Sinne hatte, einen Reiſebericht zu veröffentlichen. Zurückgekehrt von ſeiner Reiſe wurden die verſchiedenen andern Sectionen in Angriff genommen, und nun zeigte ſich, daß die Reiſetagebücher viel reichhaltiger waren, als man urſprünglich geglaubt, inſofern nach Abzug der Beobachtungen aus der Zoologie, Botanik, u. ſ. w. noch eine Reihe von Gegenſtänden übrig blieb, die ſich nicht leicht unter eine der andern Klaſſen einreihen ließen. Zuerſt hatte Humboldt die Abſicht, einzelne Gegenſtände in beſondern Abhandlungen zu veröffentlichen, und hatte, wie er in ſeiner Einleitung zur Relation angibt, bereits mehrere derſelben während ſeiner Reiſe ausgearbeitet, wie z. B. über die ſüdamerikaniſche Menſchheit, über die Orinocomiſſionen, über die Hinderniſſe, welche das Klima und die Macht der Vegetation in der heißen Zone den Fortſchritten der menſchlichen Geſellſchaft entgegenſetzt u. ſ. w.; doch entſchloß er ſich zuletzt, alle dieſe Gegenſtände zu vereinigen und zugleich mit der Beſchreibung ſeiner Reiſe zu veröffentlichen.

Dieſem zufolge enthält die Relation außer der Aufzählung der einzelnen eigentlichen Reiſebegebenheiten, ſowie der Schilderungen der jeweiligen Gegenden noch eine Menge von kürzeren Bemerkungen aus den verſchiedenſten Zweigen des menſchlichen Wiſſens, und außerdem finden ſich noch beſondere Abhandlungen über einzelne Gegenſtände. Um nämlich ſeinem Werke mehr Abwechslung zu geben, flocht Humboldt nach dem Vorgange Sauſſure's hin und wieder Monographien ein, von denen jede für ſich als ein vollkommenes Ganzes hätte veröffentlicht werden können. So finden ſich Abhandlungen über den Golfſtrom, die Verbreitung dieſer oder jener Pflanze, dieſes oder jenes Thieres, über die Flüſſe mit ſchwarzem Waſſer, Flüſſe im Allgemeinen, Flußſyſteme, Menſchenracen, Erdbeben in der bunteſten und zugleich anziehendſten Unordnung bei einander, ſo daß das ganze Werk einem Baume im Urwalde nicht unähnlich wird, denn wie oben Humboldt geſagt hat, daß jeder Baum ſo vielen Pflanzen zum Aufenthaltsort dient, daß dieſe eine beträchtliche Strecke Landes überdecken würden, ſo finden wir in jedem Buche von Humboldt's Relation historique eine Fülle von ſelbſtſtändigen Abhandlungen. In den, dieſem Werke beigefügten Noten, namentlich in denen des dritten Bandes, finden ſich außerdem Beobachtun-

gen über die verſchiedenſten naturwiſſenſchaftlichen Fächer. Von ihnen ſoll ſpäter geſprochen werden.

Was den Humboldt'ſchen Reiſebericht beſonders charakteriſirt, das ſind die politiſchen Verſuche, die man in einem doch vorwaltend den Naturwiſſenſchaften gewidmeten Werke kaum je in ſolcher Vollſtändigkeit finden wird. Die Länder, die er in Amerika durchforſchte, waren zur Zeit ſeiner Expedition Eigenthum der ſpaniſchen Krone, die, wie ſchon erwähnt, keinem Ausländer als ihm geſtattete, frei nach allen Richtungen hin die Colonien zu durchſtreifen, und keinem außer ihm waren die vorhandenen Archive u. dergl. zur Einſicht überlaſſen. Er benutzte die Gelegenheit, und entwarf über die politiſchen Zuſtände jener Gegenden Bilder, die noch jetzt ſelbſt für die Staaten Europa's als Muſter daſtehen, da ſie Alles umfaſſen, was Natur und Menſch beitragen, um einem Lande das zu geben, was ihm eigentlich als Unterſchied von andern Gegenden zukommt. Ebenſo gehören die ſtatiſtiſchen Zuſammenſtellungen über die dortigen Verhältniſſe wohl zu den erſten, die man überhaupt kennt. Die Natur der Länder iſt ſeitdem geblieben, was ſie war, und Humboldt's Berichte ſind daher noch jetzt ſo gültig, als ſie bei dem Erſcheinen der Werke waren; was aber die Menſchen und die von der natürlichen Beſchaffenheit des Bodens ſelbſt unabhängigen Data anbelangt, ſo iſt ſeit jener Zeit eine bedeutende Umänderung eingetreten, denn die ehemaligen Colonien Spaniens haben ſich indeſſen, mit Ausnahme von Cuba und ein paar kleineren Inſeln, vom Mutterlande unabhängig gemacht, und während ſie von der nach der Entdeckung erfolgten Eroberung an bis zu dem Abfalle, alſo faſt durch 3 Jahrhunderte hindurch ſich des tiefſten Friedens erfreut hatten, haben ſie das, was ihnen während dieſer Zeit an kriegeriſchen Ereigniſſen verſpart war, durch bürgerliche Zwiſtigkeiten reichlich wieder eingeholt. Die ſtatiſtiſchen Tabellen, die Humboldt in ſeinem Reiſewerke gibt, ſind daher auf die Jetztzeit nicht mehr anwendbar, doch würden ſie für ein etwaiges Geſchichtswerk jener Länder, für die Vergleichung der jetzigen oder dereinſtigen Zuſtände mit den früheren, Quellen von unſchätzbarem Werthe ſein, wobei ein beſonders günſtiger Zufall der Umſtand iſt, daß die Humboldt'ſchen Arbeiten gerade für jene Zeit gelten, in welcher die ſpaniſche Regierung ihr Ende erreichte, ſo daß dieſe politiſchen Darſtellungen mit einem Wendepunkte der Geſchichte zuſammenfallen.

Solcher politiſcher Verſuche ſind drei vorhanden: die Beſchreibung der Zuſtände von Venezuela (Relation historique III. Cap. XXVI.), von Cuba (Rel. hist. III. Cap. XXVIII., auch beſonders abgedruckt als Essai politique sur l'ile de Cuba, avec une carte et un supplément qui renferme des consi-

dérations sur la population, la richesse territoriale et le commerce de l'Archipel des Antilles et de Columbia. Paris 1826. 2 Bde. 8 mit einer Karte. (Das Werk wurde auch in's Spaniſche, ſpäter theilweiſe in's Engliſche überſetzt), und endlich die Beſchreibung von Neuſpanien (Mexico), welche letztere weitaus die vollſtändigſte in 2 Quartbänden mit einem Atlas von 20 Tafeln die dritte Abtheilung des ganzen Reiſewerkes ausmacht, wie bereits oben angegeben wurde.

Da ich mir vorbehalten muß, auf einige in den Essais beſprochene Gegenſtände weiter unten zurückzukommen, ſo will ich mich hier darauf beſchränken, einen Vergleich anzuführen, den Humboldt zwiſchen den Localverhältniſſen der Vereinigten Staaten und denen der ehemaligen ſpaniſchen Colonien angeſtellt hat.

„Trotz den günſtigen Verhältniſſen, welche dem tropiſchen Amerika eigen ſind, und der Staatsklugheit, die ich bei den neuen republikaniſchen Regierungen ſüdlich und nördlich vom Aequator gerne vorausſetzen will, bezweifle ich, daß die Bevölkerungszunahme in Venezuela, Spaniſch-Guyana, Neugranada und Mexico im Allgemeinen ſo bedeutend ſein könne als in den Vereinigten Staaten. Letztere liegen gänzlich in der gemäßigten Zone, haben keine hohen Gebirgsketten und bieten eine ungeheure Fläche von leichtcultivirbarem Boden. Die Jäger-Horden von Indianern ziehen ſich theils vor den Coloniſten zurück, die ihnen ein Gräuel ſind, theils vor den Methodiſten, die ihrer Neigung zum Müſſiggang und Herumſchweifen nicht zuſagen. Allerdings producirt in Spaniſch-Amerika der fruchtbarere Boden auf gleichem Raume mehr Nahrungsſtoffe, denn auf den Hochebenen der Tropenregion liefert das Getreide das 20—24fache Korn; aber die von faſt unzugänglichen Spalten durchfurchten Cordilleren, nackte, öde Steppen, Wildniſſe, die ſowohl der Axt als dem Feuer widerſtehen und giftige Inſecten werden dem Landbau und der Induſtrie mächtige Hinderniſſe in den Weg legen. Die unternehmendſten und kräftigſten Coloniſten können in den Bergdiſtricten von Merida, Antiochia und Los Paſtos, in den Llanos von Venezuela und am Guaviare, in den Wäldern des Magdalenenſtromes, des Orinoco, der Provinz Esmeralda, oder im Weſten von Quito nicht fortkommen, wie ſie ihre Bodenerwerbungen gemacht haben in den waldigen Ebenen weſtlich von den Alleghanies, von den Quellen des Ohio, Teneſſee und Alabama bis zu den Ufern des Miſſouri und des Arkanſas. Erinnert man ſich an meinen Bericht von der Orinocoreiſe, ſo kann man ſich einen Begriff von den Hinderniſſen machen, welche eine mächtige Natur in heißen feuchten Landſtrichen den Beſtrebungen des Menſchen entgegenſetzt. In Mexico ſind große

Strecken Landes von Quellen entblößt; die Regen sind selten und der Mangel an schiffbaren Flüssen erschwert den Verkehr. Die ursprüngliche Bevölkerung war Ackerbau treibend, und da sie es schon lange vor Ankunft der Spanier war, hatte der leicht zugängliche und culturfähige Boden schon seine Eigenthümer. Ueberhaupt findet man dort weniger, als man sich in Europa einbildet, weite und fruchtbare Landstriche die zur Verfügung des ersten besten stehen, der sie in Besitz nehmen will, oder die man dem Aerare abkaufen könnte. Daraus geht hervor, daß die Bewegung der Colonisirung im spanischen Amerika nicht so frei und so schnell sein kann, als sie bisher in dem westlichen Theile der angloamerikanischen Union war. Die Bevölkerung dieser Union ist nur zusammengesetzt aus Weißen und aus Negern, welche aus ihrem Vaterlande geführt oder in der Neuen Welt geboren die Werkzeuge der Industrie der Weißen geworden sind. Dagegen befinden sich in Mexico, Guatimala, Quito und Peru mehr als 5½ Millionen rother Eingeborner, welche trotz der Bemühungen, sie zu entindianisiren, ihre theils freiwillige, theils gezwungene Isolirung, ihre Anhänglichkeit an alte Gebräuche und ihr unbeugsamer, mißtrauischer Charakter noch lange verhindern wird, an den Fortschritten des öffentlichen Wohles Theil zu nehmen."

„Ich weise auf diese Verschiedenheiten zwischen den Freistaaten des gemäßigten und des tropischen Amerikas hin, um zu zeigen, daß letztere mit physischen und moralischen Hindernissen zu kämpfen haben, und um zu beweisen, daß diejenigen Länder, welche die Natur mit der größten Manchfaltigkeit und Köstlichkeit ihrer Producte geschmückt hat darum nicht allemal fähig sind, leicht eine rasche, gleichmäßig ausgebreitete Cultur anzunehmen. Würde man die Gränzen in's Auge fassen, welche die Bevölkerung unter der Annahme, sie sei einzig von der Menge von Subsistenzmitteln abhängig, welche der Boden zu liefern im Stande ist, erreichen kann, so würde eine ganz einfache Rechnung das Uebergewicht der in den schönen Gegenden der heißen Zone gegründeten Staaten angeben; aber die Staatsökonomie oder die Sachkenntniß der Regierungen traut solchen Rechnungen und unbegründeten Betrachtungen nicht. Man weiß, daß durch die Vermehrung einer einzigen Familie ein vorher unbewohnter Continent in 800 Jahren 8000 Millionen Einwohner haben könnte, und doch sind diese Rechnungen, die darauf gegründet sind, daß sich die Bevölkerung in 25—30 Jahren jedesmal verdopple, von der Geschichte aller in der Civilisation vorgeschrittenen Völker nicht bestätigt. Die Geschicke, welche den Freistaaten von Spanisch-Amerika bevorstehen, sind zu großartig, als daß es nothwendig wäre, sie mit dem Trugwerke von Illusionen und chimärischen Rechnungen auszuschmücken."

Dieſe Sätze, welche Humboldt vor mehr als 30 Jahren geſchrieben und welche ſich auf die Erfahrung gründen, welche er vor nahezu 60 Jahren gemacht hat, laſſen ſich mit dem Erfolge derſelben nicht gut vergleichen, wenn man die ſpaniſch-amerikaniſchen Freiſtaaten mit der angloamerikaniſchen Union zuſammenhält, da fortdauernder innerer Friede die letztere ſeither begünſtigte, während die Geſchichte der Hispanoamerikaner ſeit ihrer Lostrennung vom Mutterlande faſt nichts als eine Reihe von Bürgerkriegen bietet. Die Fortſchritte der nördlichen Union ſind im Verhältniß zu denen der ſpaniſchen Staaten um ſo bedeutender, als letztere eher zurückgekommen ſind. Der Einfluß den der Boden und das Klima auf den Fortſchritt in den beiden Staatenſyſtemen bisher hatte, iſt verwiſcht durch den der bürgerlichen Verhältniſſe. Man könnte ſich daher, Humboldt entgegen, zu der Anſicht bekennen, daß eigentlich nur die politiſchen Zuſtände, nicht die klimatiſchen Verhältniſſe an dem Zurückbleiben der ſpaniſchen Staaten Schuld ſeien. Zieht man außer den ſpaniſchen Staaten und der Union von Nordamerika noch andere Syſteme bei, ſo zeigt ſich, daß auch Braſilien, obwohl der größten Ruhe genießend, ſich mit der großen Union nicht vergleichen laſſe, und eben ſo iſt es mit den den europäiſchen Seemächten gehörenden Antheilen von Guyana, den nächſten Nachbarn der von Humboldt beſuchten Orinocoländer. Das britiſche Guyana und Canada gehören zu demſelben europäiſchen Staate und es kann wohl nicht geläugnet werden, daß Canada ſeit 60 Jahren entſchieden größere Fortſchritte gemacht hat als Guyana; da hier die Urſache des Unterſchieds nicht an der Regierungsweiſe liegen kann, muß dieſelbe in den Ortsverhältniſſen liegen, um welche Canada günſtiger geſtellt iſt, als Guyana. Es iſt wohl nicht minder ſicher, daß die Lage der Vereinigten Staaten von Nordamerika des milderen Klimas wegen der von Canada, deſſen nördliche Theile ſchon unbewohnt ſind, weitaus vorzuziehen ſei und um ſo mehr ſind die Länder der Union günſtig geſtellt gegen die heißen Länder der Spanier und Portugieſen. Der Erfolg hat daher die oben angeführten Sätze Humboldt's vollkommen beſtätigt, wenn auch im ſpaniſchen Staatenſyſteme die politiſchen Ereigniſſe in einer Weiſe mitgewirkt haben, daß man den Einfluß der geographiſchen Lage darüber ganz überſehen könnte.

Außer der Relation historique gehören zur erſten Abtheilung des ganzen Reiſewerkes noch 2 Atlanten.

Der geographiſch-phyſikaliſch Atlas enthält größtentheils Karten der bereiſten Länder. Der Text dazu iſt auch unter dem beſondern Titel erſchienen: Examen critique de l'histoire de la géographie du nouveau

continent et des progrès de l'astronomie nautique aux quinzième et seizième siècles. 5 Bde. 8. Paris 1836—1839. Deutsch von Ideler.

Der pittoreske Atlas (auch Vues des Cordillères) erhielt die Bestimmung, einige der großartigen Scenerien, welche die Natur in der hohen Andeskette bietet und von denen ich oben ein paar Beispiele angeführt habe, zur allgemeinen Kenntniß zu bringen und zugleich durch Studium der Bauwerke, Hieroglyphen, religiösen Uebungen und astrologischen Träumereien der Amerikaner, auf ihre alte Civilisation Licht zu werfen. Humboldt beschreibt die Einrichtung der Teocallis oder mexicanischen Pyramiden, die er mit der Construction des Belustempels vergleicht, ferner die Arabesken, welche die Ruinen von Mitla bedecken, die mit der Calantica der Isisköpfe geschmückten Götzenbilder aus Basalt, und eine beträchtliche Anzahl symbolischer Bilder, welche die Frau mit der Schlange, die mexicanische Eva, die Ueberschwemmung von Coxcox und die ersten Wanderungen der aztekischen Völkerschaften vorstellen. Humboldt zeigte die auffallenden Analogien, welche der Kalender der Tolteken und die Einrichtung ihres Thierkreises mit der Zeiteintheilung der tartarischen und tibetanischen Völkerschaften haben, oder die mexicanischen Ueberlieferungen von den 4 Zeitaltern der Erde mit denen der Hindu und des Hesiod. Außerdem enthält der Atlas noch die Copien von Hieroglyphen der Amerikaner, die Humboldt selbst mitgebracht hat, theils sich in Rom, Velletri, Wien und Dresden befinden.

Die zweite Abtheilung des Reisewerkes enthält die Beobachtungen aus der Zoologie. Von Humboldt selbst verfaßte Abhandlungen sind darunter die Geschichte des Condors, Versuche mit Zitteraalen, Abhandlungen über den Kehlkopf der Krokodile, der Affen und Tropenvögel, über die Respiration der Krokodile und der Fische, über die Luftblase der letzteren, und dann Beschreibungen verschiedener Thiere, die vorher wenig oder gar nicht gekannt waren. Wie aus der Einleitung zur Relation historique zu entnehmen ist, beabsichtigte Humboldt, im zweiten Bande die Abbildungen von Schädeln von Mexicanern, Peruanern und Anwohnern des Atures zu bringen, doch sind diese ausgeblieben. Das Erscheinen des zweiten Bandes hat eine sehr lange Verzögerung erlitten, da dieses Buch erst 1833 erschien. Dem Ganzen beigegeben sind 69 Kupfertafeln, von denen ein Theil colorirt.

Die dritte Abtheilung des Reisewerkes enthält, wie bereits erwähnt, den vollständigsten der 3 Essais politiques, über den Zustand der wichtigsten Colonie Spaniens, des Königreichs Neuspanien oder Mexico. Das Resultat der 2 Quartbände umfassenden Untersuchungen hat Humboldt selbst (II. 825.) in folgenden Sätzen zusammengefaßt.

Phyſiſche Lage. In Mitte des Landes geht eine breite Bergkette, zuerſt von Südoſt nach Nordweſt, dann jenſeits des 30. Breitegrades von Süd nach Nord. Weite Hochebenen erſtrecken ſich über den Rücken des Gebirges und erniedrigen ſich gegen die gemäßigte Zone hin; in der heißen Zone erreicht ihre Höhe 2300—2400 Meter. Der Abhang der Cordilleren iſt mit dichten Waldungen bedeckt, während das Centralplateau allgemein faſt kahl und von Vegetation entblößt iſt. Die höchſten Gipfel, von denen mehrere die Schneegränze überſchreiten, ſind mit Eichen und Tannen geſchmückt. In der heißen Zone ſtehen die verſchiedenen Klimate wie Stockwerke über einander: zwiſchen 15° und 22° Breite ſteigt die Mittelwärme des Küſtenſtriches, der feucht und für die in kälteren Ländern Geborenen ungeſund iſt, auf 25°—27° C., auf dem wegen ſeiner geſunden Luft berühmten Centralplateau auf 16°—17°. Der Regen iſt im Innern wenig bedeutend und die am meiſten bevölkerte Gegend beſitzt keine ſchiffbaren Flüſſe.

Territorialausdehnung. Hundertachtzehntauſend Quadratlieues (20 Lieues = 1°), von denen zwei Drittheile in der gemäßigten Zone liegen; das in der heißen Zone liegende Drittheil hat in Folge ſeiner bedeutenden Höhe eine Temperatur, welche man im Frühjahr im ſüdlichen Italien und Spanien findet.

Bevölkerung. 5,840,000 Einwohner, von denen 2½ Millionen rothe Eingeborene, 1 Million in Mexico geborene Abkömmlinge von Spaniern, 70,000 eigentliche Spanier ſind; Negerſclaven faſt keine. Die Bevölkerung iſt auf der mittleren Hochebene concentrirt. Der Clerus zählt 14,000 Individuen, die Hauptſtadt hat 135,000 Einwohner.

Landbau. Bananen, Manioc, Mais, Cerealien und Kartoffeln bilden die Grundlage der Volksnahrung. Die in der heißen Zone überall da, wo der Boden ſich auf 12—1300 Meter erhebt, angebauten Cerealien liefern das 24fache Korn. Der Mangney (Agave) kann als die Rebe der Eingebornen betrachtet werden. Die Cultur des Zuckerrohres hat ſeit Kurzem reißende Fortſchritte gemacht; Vera-Cruz führt jährlich 5½ Millionen Kilogramme oder für 1,300,000 Piaſter mexicaniſchen Zucker aus. An den weſtlichen Küſten baut man Baumwolle von vorzüglicher Qualität. Der Anbau von Cacao und Indigo ſind gleichmäßig vernachläſſigt. Die Vanille aus den Wäldern von Quilate gibt einen jährlichen Ertrag von 9000 Zentnern. Tabak wird mit Sorgfalt gebaut in den Diſtricten von Orizaba und Cordova; Wachs iſt in Ueberfluß vorhanden in Yucatan; Cochenille liefert Oaxaca jährlich 400,000 Kilogramme; Hornvieh iſt äußerſt zahlreich in den

innern Provinzen[1] und an der Oſtküſte zwiſchen Panuco und Huafacualco. Der Zehent des Clerus, deſſen Höhe das Anwachſen der Landproducte angibt, hat ſich ſeit 10 Jahren um $^2/_5$ vermehrt.

Bergbau. Jährliche Ausbeute: Gold 1600 Kilogramme, Silber 537,000 Kilogramme, im Ganzen 23 Millionen Piaſter oder faſt die Hälfte des Werthes von edlen Metallen, welche man jährlich den Minen der beiden Amerika entführt. Die Münze von Mexico lieferte von 1690—1803 mehr als 1353 Millionen Piaſter und ſeit der Entdeckung von Neuſpanien bis zum Beginne des 19. Jahrhunderts wahrſcheinlich 2028 Millionen Piaſter oder faſt zwei Fünftheile alles Goldes und Silbers, welches in dieſer Zeit aus der neuen Welt in die alte gewandert iſt. Drei Minendiſtrikte, Guanaxuato, Zacatecas und Catorce, welche eine zwiſchen 21° und 24° Breite gelegene Centralgruppe bilden, geben faſt die Hälfte alles Goldes und Silbers, welches jährlich den Bergwerken Neuſpaniens entnommen wird. Der Gang von Guanaxuato allein, reicher als die Gruben von Potoſi, liefert im Durchſchnitte jährlich 130,000 Kilogramme Silber oder ein Sechstheil alles Silbers, das Amerika im Jahre in Umlauf bringt. Allein die Mine von Valenciana, in welcher die Ausbeutungskoſten im Jahre über 4 $^1/_2$ Millionen Franken betragen, liefert dennoch ſeit 40 Jahren ſeinen Eigenthümern einen jährlichen Reingewinn von mehr als 3 Millionen Franken. Dieſer Gewinn hat ſich bisweilen auf 6 Millionen erhoben, ja die Familie Fagoaga in Sombrerete hat ſchon binnen wenigen Monaten 20 Millionen gewonnen. Seit 22 Jahren hat ſich der Ertrag der mexicaniſchen Bergwerke verdreifacht, ſeit 100 Jahren verſechsfacht, und wird noch hoch ſteigen, je nachdem die Bevölkerung des Landes wächſt und die Erfahrung zunimmt. Weit entfernt, den Landbau zu beeinträchtigen, hat die Ausbeutung der Bergwerke die Cultivirung der am wenigſten bewohnten Landſtriche begünſtigt. Der Reichthum der mexicaniſchen Minen beruht mehr auf der Mächtigkeit der Gänge, als auf dem Reichthume des Silbererzes ſelbſt; letzteres enthält nur 2 Tauſendtheile oder 3 bis 4 Unzen Silber auf den Zentner Erz. Die Menge des Erzes, welches mit Hülfe von Queckſilber durch Amalgamirung ausgebeutet wird, verhält ſich zu der des ausgeſchmolzenen Geſteins wie 3 $^1/_2$ zu 1. Das übliche Amalgamirverfahren iſt langwierig und verurſacht großen Verluſt an Queckſilber, der für ganz Neuſpanien jährlich 700,000 Kilogramme beträgt. Es iſt möglich, daß die mexicaniſchen Cordilleren eines Tages ſoviel

1) Das jetzige Neumexico.

Queckſilber, Kupfer und Blei produciren als ſie brauchen, um ihren Bedarf zu decken.

Manufacturen. Jährlicher Werth der Induſtrieproducte 7—8 Millionen Piaſter. Die Kupferwerke, Tuch- und Baumwollenfabriken haben gegen das Ende des vergangenen Jahrhunderts einigen Aufſchwung genommen.

Handel. Einfuhr von fremden Producten und Waaren: 20 Millionen Piaſter; Ausfuhr an Landesproducten und Induſtrieerzeugniſſen: 6 Millionen; Ertrag der Minen an Gold und Silber 23 Millionen, von denen 8—9 für den König ausgeführt werden. Somit bleibt, wenn man von dem Reſte von 15 Millionen 14 abzieht, um die Differenz zwiſchen Ein- und Ausfuhr zu decken, eine jährliche Zunahme der Zahlungsmittel von Mexico von kaum einer Million Piaſter.

Staatseinkommen. Die Bruttoeinnahme beträgt 20 Millionen Piaſter, von denen 5½ Gold- und Silberausbeute, Tabakſteuer, 3 die Steuern der Weißen ausmachen, während die Steuern der Indianer 1,300,000, der Aufſchlag auf den Pulque, d. i. den gegohrenen Saft der Agave 800,000 betragen.

Militärausgaben. Sie betragen ein Viertheil der ganzen Einnahme. Das mexicaniſche Heer zählt 30,000 Mann, von denen kaum ein Dritttheil Linienmilitär iſt, der Reſt beſteht aus Milizen. Der ununterbrochene kleine Krieg mit den nomadiſchen Indianern der innern Provinzen, und der Unterhalt der Präſidios oder Militärpoſten verurſachen eine beträchtliche Ausgabe. Der Zuſtand der Oſtküſte und die Bodengeſtaltung erleichtern die Vertheidigung des Landes gegen einen Einfall von Seiten einer Seemacht."

Die vierte Abtheilung des Reiſewerkes enthält die aſtronomiſchen Beobachtungen Humboldt's. Ihr nächſter Zweck iſt nicht ſo ſehr die Erweiterung der eigentlichen Aſtronomie oder Sternkunde, ſondern die Beförderung der Geographie, welche behufs der Beſtimmung von Länge und Breite gegebener Punkte auf die Beobachtung der Geſtirne angewieſen iſt. Wie ſchon erwähnt, hat Oltmanns die Beobachtungen Humboldt's berechnet. Das Reſultat der Beobachtungen Beider iſt die erweiterte Kenntniß der geographiſchen Lage von einer großen Anzahl von Punkten in Amerika, nebſt deren Höhe über dem Meere, Data, die zuſammen nothwendig ſind, um ſich Kunde von dem Relief eines Landes zu verſchaffen. Humboldt ſelbſt hat hiezu eine Abhandlung über die Strahlenbrechung geliefert.

Die fünfte Abtheilung ſollte urſprünglich der Beſprechung der Ent-

deckungen auf dem Gebiete der Physik und Geologie gewidmet sein. Humboldt wollte in einem Quartbande, unter dem Titel Pasigraphie géologique seine geologischen und, wie namentlich aus der Einleitung zur Relation historique p. 27 hervorgeht, seine magnetischen Beobachtungen veröffentlichen. Das Buch ist jedoch nicht erschienen. Das hierzu bestimmte Material scheint zum größten Theile unter den Noten zu sein, welche den einzelnen Büchern der Relation historique beigegeben sind, und namentlich findet man eine große Anzahl von geognostischen, meteorologischen und magnetischen Beobachtungen im dritten Bande derselben, der erst sehr spät und in einer Zeit[1] erschien, in welcher Humboldt den Gedanken, die Pasigraphie zu veröffentlichen, aufgegeben hatte.

An die Stelle dieser ausfallenden Abtheilung wird nun (z. B. Quérard, France littéraire) eine andere Arbeit Humboldt's gesetzt, wie auch oben geschehen ist, welche einen Versuch über die Pflanzengeographie und ein Naturgemälde aus der Tropenwelt enthält und, wie der Titel erkennen läßt, eigentlich zur ersten Abtheilung gehört und als eine Art Einleitung zum ganzen Werke dienen sollte.

In der sechsten Abtheilung finden wir die Beschreibungen der von Humboldt und Bonpland in Amerika gesammelten Pflanzen. Diese Arbeit wurde, wie schon erwähnt, von Bonpland und Kunth ausgeführt, von Humboldt selbst rührt die Einleitung her, die ebenfalls schon erwähnten Prolegomena, welche weiter unten besprochen werden sollen.

Humboldt hat sich trotz der großen Ausdehnung des großen Reisewerkes, an der er einen bedeutenden Theil selbst bearbeitet hat, nicht auf dasselbe beschränkt, sondern noch eine große Anzahl von Schriften über die verschiedensten Gegenstände veröffentlicht.

Wenn sich nicht in dem Nachlasse des Verstorbenen eine Sammlung seiner sämmtlichen Schriften oder ein Verzeichniß derselben findet, so halte ich die nachträgliche Anfertigung eines solchen Registers für eine reine Unmöglichkeit, da diese Arbeiten in der ganzen Literatur von Deutschland, Frankreich und selbst Spanien verstreut sind. Am wenigsten Schwierigkeiten begegnet man noch in den Zeitschriften, wenn auch die verschiedensten derselben Humboldt'sche Artikel enthalten; schlimmer ist es dagegen bereits bei den größeren Sammelwerken, Encyclopädien, Dictionnären u. s. w. Bei

1) Das Titelblatt dieses Bandes trägt die Jahreszahl 1821; aber am Ende befinden sich magnetische Beobachtungen Humboldt's, die er 1829 in Asien angestellt hat. Das ganze Werk ist in Lieferungen erschienen.

allen dieſen, nicht von der Hand eines einzigen Mannes herrührenden Werken war man erfreut und darum auch bemüht, einen Beitrag von Humboldt zu erhalten. So kommt es denn, daß mitunter eine Arbeit von ihm an einem Orte zu finden iſt, wo man ſie gar nicht vermuthet und darum auch gar nicht geſucht hätte. Hierzu kommen noch Vorworte zu den verſchiedenſten Büchern, und bekannt iſt, daß Zuſchriften Humboldt's an dieſen oder jenen Verfaſſer häufig zu Vorworten mißbraucht worden ſind, um das fragliche Buch dem Publikum zu empfehlen.

Unter dieſen Umſtänden halte ich es für das Beſte, nachſtehend ein Verzeichniß Humboldt'ſcher Schriften folgen zu laſſen, welches nur die wichtigeren Stücke enthält.

Expériences sur les moyens eudiométriques etc. (mit Gay-Luſſac). Journ. de physique LX. 1805.

Verſuch über die elektriſchen Fiſche. 8°. Erfurt 1806.

Ideen zu einer Phyſiognomik der Gewächſe. 8°. Tübingen 1806.

Observations sur l'intensité et l'inclinaison des forces magnétiques, faites en France, en Suisse, en Italie et en Allemagne avec un tableau. (Mit Gay-Luſſac.) Mém. de la Société d'Arcueil I. 1807.

Ueber die Chinawälder in Südamerika. Magazin naturforſch. Freunde in Berlin. 1807.

Conspectus longitudinum et latitudinum geographicarum, per decursum annorum 1799 ad 1804 in plaga aequinoctiali ab Al. de Humboldt astronomice observatarum calculo subjecit Jabbo Oltmanns. 4°. Lut. Paris. 1808.

Anſichten der Natur. 2 Bde. 12°. Tübingen 1808. (2. Aufl. 1826, 3. Aufl. 1849).

Recherches sur la réspiration des poissons (mit Provençal). Mém. d'Arcueil II. 1809 und Journal de physique LXIX. 1809.

Des volcans de Jorullo. Journ. de phys. LXIX.

Des eaux chargées d'acide muriatique. Ib. LXIX.

Sur les lois que l'on observe dans la distribution des formes végétales. Annal. de chimie et de physique I. 1816 und XVI. 1821.

Sur l'élévation des montagnes de l'Inde. Annal. de chimie et de phys. III. 1816.

Lignes des isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe. Mém. d'Arcueil III. 1817. Annal. de chimie et de phys. V. 1817.

Sur le lait de l'arbre de la Vache et le lait des végétaux en général. Ann. de ch. et de phys. VII. 1818.

De l'influence de la déclinaison du soleil sur le commencement des pluies équatoriales. Ib. VIII. 1818.

Sur les Gymnotes et autres poissons électriques. Ib. XI. 1819.

Sur l'acroissement nocturne de l'intensité du son. Ib. XIII. 1820.

Sur la limite inferiéure des neiges perpétuelles dans les montagnes de l'Himâlaya et des régions équatoriales. Ib. XIV. 1820.

Sur les lois que l'on observe dans la distribution des formes végétales. Dictionnaire des sciences naturelles XVIII. 1820.

Sur la différence de hauteur à laquelle on cesse de trouver des poissons dans la Cordillère des Andes et dans les Pyrénées. Ann. de ch. et de phys. XIX. 1821.

Sur le gisement du granite dans la vallée de Fiemme. Ib. XXIII. 1823.

Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères. 8°. Strassb. 1823. (Deutſch von C. v. Leonhard. 8°. Straßburg 1823.)

Analyse de l'eau du Rio Vinagre etc. Ib. XXVII. 1824.

Sur le Magnétisme polaire d'une montagne de chlorit chisteuse et de serpentine. Ib. XXV. 1824.

Observations sur quelques phénomènes peu connus qu'offre le goître sous les tropiques dans les plaines et sur les plateaux des Andes. 8°. Paris 1824.

Ueber die Geſtalt und das Klima des Hochlandes in der iberiſchen Halbinſel. In Berghaus Hertha IV. 1825.

De la température des différentes parties de la zone torride au niveau des mers. Annal. chim. ph. XXXIII. 1826.

Ueber den neueſten Zuſtand des Freiſtaats von Centroamerika oder Guatemala. Hertha VI. 1826.

Ueber die Provinz Antioquia und die neuentdeckte Lagerſtätte der Platina auf Gängen. Hertha VII. 1826.

Ueber die Urſachen der Temperaturverſchiedenheit auf dem Erdkörper. Poggendorff's Annalen XI. 1827.

Nach dieſer Zuſammenſtellung der Arbeiten Humboldt's im Allgemeinen bleibt übrig, näher auf den Inhalt der bezeichneten Werke einzugehen und zu zeigen, welche Anſichten der große Gelehrte in den einzelnen Fächern gehabt habe. Zu dieſem Zwecke iſt es nöthig, das Ganze (wie dieſes auch im erſten Abſchnitte geſchehen iſt) in verſchiedene Kapitel einzutheilen, doch iſt dieſe Eintheilung durch die weitaus größere Manchfaltigkeit der von Humboldt bearbeiteten Gegenſtände weit ſchwieriger als dort und die Schwierigkeit wächſt noch dadurch, als in jeder einzelnen Abhandlung der eine Punkt in ſeiner Verbindung mit andern gegeben iſt.

Nach langem Wählen habe ich es für das Zweckmäßigſte gehalten, das Ganze in folgende Kapitel einzutheilen:

1. Die Meteorologie.
2. Die Thiere.
3. Die Pflanzen.
4. Geſteine, Vulkane und Erdbeben.
5. Magnetismus.
6. Geographie.
7. Der Menſch.

Bei dieſer Eintheilung wird allerdings hin und wieder ein Gegenſtand von einem andern geriſſen, mit dem er verwandt iſt; allein dieſes iſt nicht nur hier der Fall, ſondern überall, wo Eintheilungen gemacht werden, wenn es ſich um die Geſammtnaturwiſſenſchaft handelt, welche eben in den Humboldt'ſchen Werken die Hauptrolle ſpielt.

B. Humboldt's Arbeiten über einzelne Gegenstände.

Die Meteorologie.

Die Atmosphäre der Erde, d. i. die gasförmige Hülle, die unsern Planeten umgibt, bietet selbst dem unaufmerksamsten, mit keinerlei Art von Instrumenten versehenen Menschen in der Witterung einen Wechsel von Erscheinungen, von denen er, ihrer mächtigen Einflüsse wegen, er mag wollen oder nicht, Notiz nehmen muß. Die Temperaturdifferenzen zwischen Sommer und Winter, der Unterschied zwischen Regen und Sonnenschein müssen jeden Menschen interessiren. Der Zustand der Atmosphäre ist nicht nur veränderlich, wenn man verschiedene Zeitpunkte mit einander vergleicht, er ändert sich auch mit dem Wechsel des Aufenthaltsortes, und während die eine Gegend von fast nimmer endendem Regen überschüttet wird, lechzen die ausgetrockneten Striche eines andern Landes unter der Einwirkung der fast stets unbewölkten Sonne.

Es liegt sehr nahe, daß der Forschungsgeist des Menschen sich seit langer Zeit darum bemühte, die Ursachen dieser Aenderungen zu entdecken und darauf gestützt die bevorstehenden Erscheinungen zuweilen voraussagen zu können. Der Verfolg dieser Bestrebungen hat, wenn auch immerhin noch sehr viel zu thun ist, wenigstens dahin geführt, daß wir uns, soweit es der erste Theil der Aufgabe erheischt, über manche Erscheinung Rechenschaft geben können, während die Lösung des zweiten Theiles, die Vorausbestimmung der Ereignisse, für die meisten Gegenden so gut wie gar nicht angefangen ist.

Man bezeichnet denjenigen Zweig der Naturwissenschaften, der sich mit der Erforschung der atmosphärischen Erscheinungen befaßt, mit dem Namen Meteorologie oder Klimatologie, doch werden auch die beiden Namen für verschiedene Gegenstände angewendet. So z. B. nennt Kämtz [1] Meteo-

1) Lehrbuch der Meteorologie. Einleitung.

rologie die Lehre von den Meteoren, d. i. den atmosphärischen Erscheinungen, während nach ihm durch die Art, wie die Wärme an einem und demselben Orte vertheilt ist, und durch die Meteore, welche sich dort zeigen und in welcher Reihe dieselben folgen, das Klima bestimmt wird, worauf durch Vergleichung der verschiedenen Klimate der einzelnen Gegenden die Klimatologie folgt. Betrachtet man Meteorologie und Klimatologie für synonym, so heißt die Klimatologie in dem Sinne von Kämtz vergleichende Klimatologie.

Die Gesetze, denen die atmosphärischen Erscheinungen sich unterordnen, sind äußerst verwickelt, denn das Klima eines Ortes hängt nicht nur von dessen eigener Lage und Oberflächengestaltung ab, sondern auch von der Stellung der Erde gegen die Sonne und von der Gesammtgestaltung des Reliefs unseres Sternes mit sammt all den unendlich vielen Verschiedenheiten, die darauf vorkommen, und es gibt darum keinen Zweig der Physik, in welchem sich durch Mathematik so wenig machen läßt, der so sehr auf fortgesetztes, unermüdliches Beobachten angewiesen ist, als gerade die Meteorologie, die der Natur der Sache nach an Bedeutung kaum einem derselben nachsteht.

Obwohl die Meteorologie eigentlich ein Zweig der Physik ist, hat man sich doch genöthigt gesehen, sie in eine größere Reihe von Theilen zu zerlegen; so hat man die chemische Beschaffenheit der Luft, die Wärme, den Luftdruck, die hydrographischen, optischen und elektrischen Verhältnisse, von denen jedoch letztere noch sehr unvollständig bekannt sind, da es zur Zeit noch am Fundamente, an der Theorie fehlt.

Unter den verschiedenen Theilen der Meteorologie besteht übrigens ein inniger Zusammenhang, und mit allenfallsiger Ausnahme der chemischen Beschaffenheit ist eine strenge Trennung derselben unmöglich. Um ein genaues Bild des Zusammenhanges der Erscheinungen eines Ortes zu erhalten, ist eine Berücksichtigung sämmtlicher nöthig.

Humboldt, den wir als den vorzüglichsten Beförderer der meteorologischen Wissenschaft dieses Jahrhunderts anerkennen müssen, hat die Nothwendigkeit der Vereinigung schon frühe eingesehen, und schon im vorigen Jahrhundert in seinem Werke „Versuche über die chemische Zerlegung des Luftkreises" eine Abhandlung veröffentlicht, welche unter dem Titel „Versuche über die Beschaffenheit des Luftkreises der gemäßigten Zone" die meteorologischen Beobachtungen enthält, die er während seines Aufenthaltes in Salzburg anstellte, und die sich über sämmtliche Theile der Meteorologie erstrecken. Die Zeit, welche er dazu verwenden konnte, war zu kurz, seine Untersuchungen zu vereinzelt, als daß er zu einem bedeutenden Resultate

hätte gelangen können, denn um den Gang der atmoſphäriſchen Erſcheinungen in unſerer Zone mit nur einigem Erfolge unterſuchen zu können, bedarf es nicht nur vieler Jahre, ſondern auch einer großen Menge von Beobachtern, die an verſchiedenen Punkten gleichzeitig ihre Forſchungen anſtellen. An eine derartige Verbindung war aber damals nicht zu denken.

Ungleich günſtiger war Humboldt in Amerika geſtellt, denn die meteorologiſchen Erſcheinungen der heißen Zone unterſcheiden ſich von denen der gemäßigten und kalten ſehr zu ihrem Vortheile dadurch, daß ſie ungleich regelmäßiger auftreten, und in wenigen Tagen laſſen ſich dort Geſetzmäßigkeiten erkennen, die man bei uns erſt aus dem durch mehrjährige Beobachtungen abgeleiteten mittleren Ganges der Inſtrumente herausfindet.

Im Nachſtehenden ſollen die Forſchungen Humboldt's über meteorologiſche Gegenſtände näher beſprochen werden und ich werde ſie unter Umgehung der Elektricität in die Paragraphen: chemiſche Zuſammenſetzung der Luft, Wärme, Luftdruck, Hydrometeore und optiſche Verhältniſſe eintheilen. Wenn ich hiebei ein paar Gegenſtände, wie Wärme des Bodens und des Meeres einſchalte, ſo möge dieſes darum verziehen werden, weil Humboldt ſelbſt ſich nicht allemal darauf beſchränkt hat, meteorologiſche Verhältniſſe von anderen Erſcheinungen iſolirt zu bearbeiten.

1. Chemiſche Beſchaffenheit der Luft.

Bereits im erſten Abſchnitte habe ich gezeigt, daß Humboldt ſich längere Zeit mit der Unterſuchung der Luftzuſammenſetzung beſchäftigt und den Sauerſtoffgehalt der Atmoſphäre zu durchſchnittlich 27 Procenten beſtimmt hat. Man bediente ſich damals vorzugsweiſe derjenigen eudiometriſchen Mittel, welche für den Sauerſtoff die höchſten Ziffern gaben, theils weil man, wie bereits erwähnt, nicht glauben wollte, daß eine ſo geringe Quantität Sauerſtoff eine ſo bedeutende Rolle im Haushalte der Natur ſpiele, theils auch, weil man die atmoſphäriſche Luft für eine chemiſche Verbindung hielt.

Nach und nach überzeugte man ſich, daß, wenn die Luft auch nur zum geringen Theile aus Sauerſtoff beſteht, die Geſammtmaſſe deſſelben dennoch eine ſehr bedeutende iſt, dann aber trat ein neuer Fortſchritt der Chemie hinzu, die Entdeckung der Stöchiometrie. Man war vorher anzunehmen geneigt, und der verdienſtvolle Berthollet war eine Hauptſtütze dieſer Anſicht, daß ein chemiſcher Körper A ſich mit einer faſt unbegränzten Menge des Körpers B verbinden könne. Schüttet man z. B. in eine gewiſſe Quantität Wein-

geiſt eine ganz beliebige Menge von Waſſer, ſo wird nach gehörigem Umſchütteln jeder Tropfen der Flüſſigkeit zu gleicher Zeit Waſſer und Weingeiſt enthalten, von letzterem natürlich um ſo weniger, je mehr man Waſſer genommen hat. Man kann aus der ſo erhaltenen Flüſſigkeit durch Deſtillation Weingeiſt und Waſſer wieder trennen, denn bei der Erwärmung wird der Weingeiſt ſich leichter in Dampf verwandeln als das Waſſer, und fängt man die nach einander fortgehenden Portionen geſondert auf, ſo wird der erſte Theil verhältnißmäßig mehr Weingeiſt enthalten, und die folgenden der Reihe nach immer weniger, aber ſchon der erſte Theil enthält etwas Waſſer, der letzte enthält noch etwas Weingeiſt. Die Trennung der Beſtandtheile der Flüſſigkeit, welche durch die Deſtillation hervorgebracht wird, iſt daher nur eine theilweiſe, denn Waſſer, das viel Weingeiſt enthält, iſt durch Deſtillation dahin zu bringen, einen Theil des letzteren abzugeben, und umgekehrt; man bringt es aber durch bloße Deſtillation nicht dahin, daß das Waſſer die letzte Spur Weingeiſt, der Weingeiſt die letzte Spur Waſſer hergibt, und nach Berthollet läßt ſich dieſes ſo erklären, daß man eine gewiſſe Anziehung (chemiſche Verwandtſchaft) zwiſchen beiden Körpern annimmt, die um ſo bedeutender wird, je größer die Maſſe des einen im Verhältniß zu der des andern wird, ſo daß, wenn man wenig A und viel B hat, die Anziehung der wenigen A auf die B um ſo kleiner wird, je mehr der letzteren ſind, und daher ein Theil B leicht weggeſchafft werden kann, während die Wirkung aller B, die auf die wenigen A angewieſen ſind, ſo bedeutend iſt, daß man A nicht leicht zu entfernen vermag. Die Wirkungen aller Waſſertheilchen vereinen ſich, die Weingeiſttheilchen zu binden, und je weniger der letzteren da ſind, um ſo größer iſt die auf jedes einzelne ausgeübte Anziehung. Darum vermag man nicht, durch eine bloße Deſtillation die beiden Stoffe vollkommen zu trennen. Wenden wir dieſen Grundſatz auf die Luftbeſtandtheile an, ſo ergibt ſich, daß es wohl leicht iſt, einen Theil des Sauerſtoffs abzuſcheiden, aber um ſo ſchwerer, die letzten Spuren deſſelben von dem Stickſtoffe zu trennen. Auf dieſer Anſicht beruht auch die oben (S. 67) angeführte Stelle aus dem Humboldt'ſchen Werke.

Gegen dieſelbe erhoben ſich Richter und Dalton, die Begründer der Stöchiometrie, welche lehrten, daß die einzelnen Körper ſich unter einander nur in beſtimmten Verhältniſſen verbinden. So verbinden ſich 14 Gewichtstheile Stickſtoff mit 8 Sauerſtoff, dann wieder mit 16, mit 24, 30 und endlich mit 40 Theilen oder wenn man, Gay-Luſſac folgend, dem Volumen nach rechnet, 2 Raumtheile Stickſtoff mit 1, 2, 3, 4, 5 Sauerſtoff, nicht aber mit $1^1/_{10}$, $1^2/_{10}$ u. ſ. w. Alle andern Stoffe, in denen meh-

rere Körper in andern als dieſen Verhältniſſen vorkommen, werden dieſer Theorie nach als rein mechaniſche Gemenge betrachtet, in denen kein Theil den andern etwas angeht. Wenn man nun die atmoſphäriſche Luft unterſucht, und es treffen auf 27 Raumtheile Sauerſtoff 73 Stickſtoff, ſo entſprechen einem Theile des erſteren $2^{19}/_{27}$ des letzteren, was dem Geſetze widerſpricht, und es kann darum die atmoſphäriſche Luft keine chemiſche Verbindung, ſondern nur ein Gemenge ſein, bei deſſen Trennung eine chemiſche Wirkung nicht zu überwinden iſt, da ſie hier gar nicht beſteht. Trennt man eine chemiſche Verbindung, z. B. diejenige, in der 14 Gewichtstheile Stickſtoff mit 40 Sauerſtoff verbunden ſind, ſo ergibt ſich, daß die erſten 8 Theile Sauerſtoff leichter zu entfernen ſind als die zweiten 8, dieſe leichter als die dritten u. ſ. w. und in ähnlicher Weiſe wird jetzt die oben erwähnte Erſcheinung zwiſchen Waſſer und Weingeiſt erklärt, in der die letzten Theile des einen Stoffes ebenfalls ſchwieriger zu entfernen ſind. Man hätte nun fortwährend die Luft als eine derartige Verbindung von Stickſtoff und Sauerſtoff betrachten können; allein, abgeſehen von den Schwierigkeiten, denen man bei einer Beſtimmung der etwaigen chemiſchen Verbindung unter Berückſichtigung der ſtöchiometriſchen Zahlen begegnet wäre, zeigte ſich bei den Anhängern der Stöchiometrie im Allgemeinen die Neigung, derartige Verbindungen, wie Waſſer und Weingeiſt, überhaupt als ſolche zu betrachten, in denen keine chemiſche Verwandtſchaft thätig ſei, alſo als Gemenge.

Es wäre zwar noch die Möglichkeit vorhanden, daß eine beſtimmte Quantität des in der Atmoſphäre befindlichen Sauerſtoffs chemiſch an Stickſtoff gebunden, der Reſt mit ihm nur mechaniſch gemengt wäre, allein alsdann würde die atmoſphäriſche Luft nicht aus Sauerſtoff und Stickſtoff, ſondern aus Sauerſtoff, Stickſtoff und einer Verbindung der beiden beſtehen, und bei einer etwaigen Analyſe derſelben würde man zuerſt den beigemengten Sauerſtoff bekommen, dann müßte der Widerſtand, den das zu unterſuchende Gas einer weiteren Abgabe von Sauerſtoff leiſtet, plötzlich wachſen, und wäre auch dieſer überwunden, ſo müßte ohne weiteres Zunehmen des Widerſtandes der Sauerſtoff bis zum letzten Theilchen abgegeben werden. Man würde dieſem Falle noch jetzt begegnen, wenn es gelingen würde, den Stickſtoff zu zerlegen und nachzuweiſen, daß er aus Sauerſtoff und einem noch unbekannten Elemente zuſammengeſetzt ſei. In dieſem Falle wäre aber die Luft ein Gemenge der Sauerſtoffverbindung (Stickſtoff) mit überſchüſſigem Sauerſtoffe.

Nach einigen Widerſprüchen hatte ſich die Richter'ſche Lehre ziemlich allgemeine Geltung verſchafft und während Humboldt in Amerika ver-

weilte, war die Chemie um die Stöchiometrie bereichert. Bei ſeiner Rückkehr war mithin die Anſicht, daß die Luft eine chemiſche Verbindung von Sauerſtoff und Stickſtoff ſei, in welcher dieſe beiden Gasarten einer beabſichtigten Trennung Widerſtand entgegenſetzen, die vor ſeiner Abreiſe noch geherrſcht hatte, erloſchen, und die neuen, mit genaueren eudiometriſchen Methoden angeſtellten Verſuche, namentlich Davy's und Gay-Luſſac's, hatten alle ein Reſultat gegeben, demzufolge der Sauerſtoffgehalt viel kleiner war, als man faſt allgemein geglaubt hatte, denn man fand ſtatt der früheren 27 nur 20—23 Volumprocente, und da die Richtigkeit der oben angeführten Humboldt'ſchen Verſuche bezweifelt worden war, entſchloß ſich unſer Gelehrter in Verbindung mit Gay-Luſſac dieſelben mit Hülfe der mittlerweile verbeſſerten Beobachtungsmethoden zu wiederholen. Die Arbeit wurde am 21. Januar 1805 in der erſten Klaſſe des Inſtituts geleſen, dann im Journal de physique LX abgedruckt und 1853 von Humboldt ſelbſt in den „Kleineren Schriften" in deutſcher Sprache republicirt.

Die Methode, welche die beiden Forſcher allen andern vorzogen, war die Volta'ſche. Man fügt einer zu unterſuchenden gemeſſenen Quantität Luft Waſſerſtoff in einer beſtimmten Menge zu und läßt in dem ſo erhaltenen Gasgemenge einen elektriſchen Funken von einem Elektricitätsleiter auf einen andern überſpringen. Dabei verbindet ſich der Sauerſtoff der Probeluft mit einem Theile des beigemengten Waſſerſtoffs unter Exploſion zu Waſſer, das die tropfbarflüſſige Geſtalt annimmt, und aus der ſich hierdurch ergebenden Volumverminderung des Gasgemenges läßt ſich der Sauerſtoff, der verwendet wurde, berechnen.

Als Baſis der Unterſuchung wurden folgende 4 Fragen aufgeſtellt:

1) Kann, wenn man ein Gemiſch von Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgas in dem Volta'ſchen Eudiometer entzündet, das eine von beiden Gaſen vollſtändig abſorbirt werden?

2) Iſt das Product ihrer Verbindung von conſtanter Beſchaffenheit?

3) In welchem Verhältniſſe verbinden ſich die beiden Gaſe zu Waſſer?

4) Welches ſind die Gränzen der Fehler beim Volta'ſchen Eudiometer?

Die Antwort auf die erſte Frage lautet bejahend für ſo lange, als ſich das verwendete Gasgemenge nicht allzuweit von der Normalzuſammenſetzung: 1 Raumtheil Sauerſtoff, 2 Raumtheile Waſſerſtoff entfernt. Brachten Humboldt und Gay-Luſſac 100 Theile Waſſerſtoff und 200 Theile Sauerſtoff zuſammen, ſo hatten nach der durch den elektriſchen Funken verurſachten Exploſion 146 Theile des Ganzen Waſſer gebildet, und derſelbe Erfolg blieb bis zu dem Gasgemenge: 100 Waſſerſtoff und 900 Sauerſtoff,

allemal verſchwanden 146 Raumtheile. Sobald aber bei gleichbleibendem Waſſerſtoffe der Sauerſtoffgehalt über die angegebene Gränze vermehrt wurde, nahm die durch die Exploſion verurſachte Abſorption ab, und wenn dann der Sauerſtoff auf 1600 anwuchs, fand keine Exploſion und keine Abſorption mehr ſtatt. Ein analoges Reſultat ergab ſich bei verhältnißmäßiger Vermehrung des Waſſerſtoffvolums gegen das des Sauerſtoffs. Hieraus folgt, daß, wenn das eine Gas ganz verſchwinden ſoll, das Verhältniß in der Menge der beiden Luftarten nicht eine gewiſſe Gränze überſchreiten dürfe, denn wenn bei einer etwaigen Luftunterſuchung von dem in der Luft enthaltenen Sauerſtoffe ein Theil nicht abſorbirt wird, ſo kann man offenbar aus der abſorbirten Menge nicht auf den Geſammtſauerſtoffgehalt ſchließen. Wird irgend eine Luft unterſucht, ſo muß derſelben Waſſerſtoff beigemengt werden, aber man muß ſich hüten, davon zu viel zu nehmen. Hat man im Verhältniß zu dem vorhandenen Sauerſtoff zu viel Waſſerſtoff genommen, ſo wirkt ein Theil des letzteren hemmend, und gerade ſo, wie wenn er gar keine Verwandtſchaft zu dem Sauerſtoffe hätte. Eben ſo hemmend wirken diejenigen Gaſe, die ſich in der That entweder gar nicht oder nur auf indirectem Wege mit dem Sauerſtoffe verbinden, wie Kohlenſäure oder Stickſtoff. Iſt demnach eine Luft ſehr arm an Sauerſtoff, wäre etwa ein Stickſtoff zu unterſuchen, der nur mit etwas Sauerſtoff verunreinigt iſt, ſo würde das gewöhnliche Verfahren keine Spur des letzteren anzeigen, wenn auch die Menge des beigefügten Waſſerſtoffs nicht zu groß wäre, und es iſt daher in dieſem Falle vor dem Verſuche eine angemeſſene Quantität Sauerſtoff beizufügen, worauf erſt von der Geſammtabſorption der betreffende Theil abzuziehen und der Reſt als die Wirkung des urſprünglich vorhandenen Sauerſtoffs zu betrachten iſt.

Die Erklärung dieſer auffallenden Thatſache ſucht Humboldt in der Analogie mit den übrigen Verbrennungen. Soll ein Körper verbrennen, d. i. ſich mit Sauerſtoff verbinden, ſo muß ſeine Temperatur bis zu einem beſtimmten, aber je nach der Natur des Körpers verſchiedenen Punkte erhöht, er muß entzündet werden. Während der Verbrennung wird Wärme entwickelt, und dieſe erhöht die Temperatur der der brennenden Stelle zunächſt liegenden, aber noch unverbrannten Theile. Geſchieht dieſes bis zu dem Grade, der zur Entzündung nothwendig iſt, ſo brennt der Körper fort, im entgegengeſetzten Falle erliſcht er, wenn nicht ſtets durch neue Wärmezufuhr dafür Sorge getragen wird, daß er gehörig warm bleibt. Dieſer letztere Fall kann von zweierlei Urſachen herrühren. Entweder iſt die Wärmeentwickelung überhaupt ſehr gering und die Entzündungstemperatur ſehr

hoch, dann muß man fortwährend nachwärmen, oder um die brennende Stelle ſind zu viele andere Körper, welche die Wärme, die ſonſt die Entzündungstemperatur hervorbrächte, fortführen. In dieſem Falle wird durch die Entfernung dieſer ableitenden Stoffe das Brennen erhalten werden. Angezündete Kohle brennt an der atmoſphäriſchen Luft fort; ſie erwärmt zwar die Luft um ſich herum, es bleibt aber genug Wärme zurück, um die der Verbrennungsſtelle nahe liegenden Kohlentheile ſo weit zu erhitzen, daß nun auch dort eine Verbrennung beginnen kann. Das Verbrennen der Kohle iſt eine Verbindung des Kohlenſtoffs mit dem Sauerſtoffe, und der Stickſtoff der Luft ſchadet dabei inſofern, daß durch ihn ein großer Theil der Verbindungswärme entführt wird; es wird daher dieſer Verluſt wegfallen, ſowie der Stickſtoff entfernt wird, und darum brennt auch die Kohle im Sauerſtoffe viel lebhafter als in der atmoſphäriſchen Luft. Nimmt man der verbrennenden Kohle mehr Wärme, als es der Stickſtoff der Luft thut, hält man ſie an kaltes Metall, oder ſteckt man ſie in Waſſer, ſo wird ſie dadurch ſo bedeutend abgekühlt, daß ſie die Entzündungswärme nicht mehr behält und erliſcht. Daſſelbe geſchieht auch, wenn man den Stickſtoffgehalt einer Luft ſehr vermehrt, oder eine bedeutende Menge eines anderen, nicht brennbaren und das Brennen nicht unterhaltenden Gaſes einführt, und darum erlöſchen die Lichter in ſauerſtoffarmer Luft.

Gehen wir jetzt auf unſere Luftunterſuchung zurück, ſo bewirkt der elektriſche Funke an einer Stelle des Gaſes eine ſehr hohe Temperatur, wodurch die Entzündung eingeleitet wird. Läßt man nun einen Funken durch ein Gasgemenge von 1 Raumtheil Sauerſtoff und 2 Theilen Waſſerſtoff gehen, ſo daß allenthalben daſſelbe Verhältniß beider Gaſe beſteht, ſo verbindet ſich ein kleines Quantum derſelben an der Stelle, wo der Funke durchgeht, bildet Waſſer und entwickelt dabei ſo viel Wärme, daß ſich die nächſtgelegenen Parthien entzünden u. ſ. w. Nimmt man aber 10 Theile Sauerſtoff und 2 Theile Waſſerſtoff, ſo entzündet ſich wieder eine Parthie durch den Funken, aber es verbinden ſich nur 2 Theile des Waſſerſtoffs der zunächſt erhitzten Gegend mit 1 Sauerſtoff, und die übrigen 9 Theile Sauerſtoff müſſen erwärmt werden, ohne daß ſie ſelbſt etwas zur Verbrennung beitragen. Die Verbindung der Gaſe hört daher vor der gänzlichen Conſumtion des einen auf. Es kann ſogar durch ein noch größeres Uebermaaß von Sauerſtoff die ganze Entzündung verhindert werden, und den gleichen Einfluß wie eine zu große Quantität Sauerſtoff übt auch ein Uebermaaß von Waſſerſtoff oder von einem anderen Gaſe aus.

Humboldt macht von dieſem Satze eine ſehr intereſſante Anwendung

auf die Erklärung der Feuermeteore, indem er nachweiſt, daß dieſe durch Verbrennen von Waſſerſtoff nicht erklärt werden können. Er ſagt: „Es gibt zwiſchen Sauerſtoff und Waſſerſtoff oder zwiſchen beiden und Stickſtoff Miſchungsverhältniſſe, in denen eine vollſtändige Verbrennung ſtattfindet. Es gibt andere, in welchen die Verbrennung aufhört, ehe ſie vollendet iſt; in noch anderen kann ſie überhaupt nicht vor ſich gehen. Der geſammte nicht verbrannte Waſſerſtoff findet ſich im Rückſtand wieder. Läßt ſich durch den elektriſchen Funken eine vollſtändige Entzündung des Waſſerſtoffs nicht bewirken, oder nicht einmal einleiten, ſo hat man nur die Menge des Sauerſtoffs oder Waſſerſtoffs zu vermehren. Die Feuermeteore können nicht von einer Entzündung des Waſſerſtoffs herrühren, weil in den Regionen, in welche man die wichtigſten verſetzt, — wie die heftigen und plötzlichen Regengüſſe beweiſen, welche zuweilen auf einen Donnerſchlag folgen, — ſich mehr als 6 Procente Waſſerſtoff befinden müßten, ohne die keine Entzündung geſchieht; und auch dann würde nur der Ueberſchuß über dieſen Gehalt ſich entzünden können.“ Es iſt mithin, wie Humboldt zeigt, die Annahme, daß Blitze u. ſ. w. von Verbrennungen von in der Luft befindlichem Waſſerſtoffe herrühren, unzuläſſig, da die Menge des letzteren zu gering iſt, um überhaupt noch eine Verbrennung möglich zu machen.

Die erſte der obigen vier Fragen wird mithin für den Fall bejaht, wenn das zu unterſuchende Gasgemenge annähernd 1 Raumtheil Sauerſtoff auf je 2 Waſſerſtoff enthält, und die Menge der außerdem beigemiſchten Gaſe nicht allzugroß iſt.

Die zweite der Fragen, ob das Verbrennungsproduct der beiden Gaſe conſtant ſei, iſt inſofern eine Lebensfrage, als, wenn das eine Mal eine größere Menge Waſſerſtoff ſich mit demſelben Quantum Sauerſtoff verbände als das andere Mal, dadurch unmöglich würde, aus der Menge des abſorbirten Gaſes auf den vorhandenen Sauerſtoff zu ſchließen.

Das Reſultat der Unterſuchung bejahte die geſtellte Frage, und dieſe Verſuche können daher als ein weiterer Beweis für die Stöchiometrie betrachtet werden, welche behauptet, daß die Verbindungen zwiſchen je 2 Stoffen conſtant ſeien. — Es kann dem zufolge das Waſſer nicht das eine Mal mehr, das andere Mal weniger als 88,9 Gewichtsprocente Sauerſtoff enthalten. Die Verſuche Humboldt's und Gay-Luſſac's zeigen aber auch, daß bei der fraglichen Exploſion ſich ſtets Waſſer und nichts Anderes als dieſes bilden könne.

Die Beantwortung der dritten der obigen Fragen iſt ganz das Reſultat der Gay-Luſſac'ſchen Unterſuchungen, wie Humboldt in der Vor-

rede zu den „Kleineren Schriften (Stuttgart und Tübingen 1853) ausdrücklich erklärt und ich begnüge mich daher hier mit der Angabe, daß 100 Raumtheile Sauerſtoff ſich mit 200 Raumtheilen Waſſerſtoff verbinden, und daß dieſes einfache Geſetz Gay-Luſſac auf die Entdeckung führte, daß auch die Verbindungen der übrigen Gaſe ſich in ähnlicher Weiſe durch ganz kleine Zahlen ausdrücken laſſen, wie das S. 130 angeführte Beiſpiel der Verbindungen von Sauerſtoff und Stickſtoff zeigt. Wenn oben angegeben wurde, daß bei einer Zuſammenbringung von 100 Theilen Waſſerſtoff mit Sauerſtoff 146 Theile verſchwinden, ſo läßt ſich daraus ſchließen, daß eines der Gaſe oder beide unrein waren, denn es hätten auf 100 Waſſerſtoff 50 Sauerſtoff, im Ganzen alſo 150 verſchwinden ſollen. Dieſe Verunreinigungen ſind auch in der That von den beiden Forſchern gefunden worden.

Es bleibt uns nunmehr nur noch die letzte der Fragen zu beantworten übrig, die, welche Genauigkeit die Meſſungen nach der Volta'ſchen Methode haben.

Die Beſtimmung der Genauigkeit einer Unterſuchungsmethode kann je nach deren Natur auf der Erfüllung ſehr verſchiedener Aufgaben beruhen. Hat man Meſſungen zu machen, ſo wird die Genauigkeit des Maaßſtabes von bedeutendem Einfluſſe ſein; bei der Meſſung von Gaſen wird die Graduirung der Glasröhre, in der die Luft gemeſſen wird, die Stelle des Maaßſtabes vertreten, und eine Röhre, die bis auf Intervalle von ein paar Cubik-Linien eingetheilt iſt, wird genauere Reſultate geben, als wenn die Intervalle größer ſind. Außerdem kommt es noch darauf an, in welchem Verhältniſſe das, was man beſtimmen will, zu dem ſteht, was man unmittelbar abließt. Will man z. B. die Luft vermittelſt Phosphor unterſuchen, indem man eine Stange deſſelben in die durch Waſſer abgeſperrte Unterſuchungsluft bringt, ſo wird der Sauerſtoff der Luft abſorbirt, und der Verluſt der Luft, der ſich nach geſchehener Thermometer- und Barometercorrection ergibt, wird den urſprünglichen Gehalt an Sauerſtoff anzeigen. Iſt die Glasröhre ſo abgetheilt, daß man bei dem Ableſen der Calibrirung zwar Procente des Ganzen noch ſchätzen kann, aber wenn es ſich um den dritten Theil eines Procentes handelt, unſicher iſt, ſo kann das abgeleſene Volumen $^1/_{300}$ zu groß, es kann auch um dieſelbe Quantität zu klein ſein. Die Aenderung des Luftvolums kommt einzig und allein vom Sauerſtoffe her, und darum wird die Beſtimmung dieſes Sauerſtoffs fehlerhaft. Bei dem Volta'ſchen Eudiometer hat man ebenfalls eine Volumverminderung, aber hier verſchwinden mit je 1 Theil Sauerſtoff 2 Theile Waſſerſtoff, und wenn

der Ableſungsfehler wieder $^1/_{200}$ ausmacht, ſo fällt davon auf den Sauerſtoff nur $^1/_{3.200}$ oder $^1/_{900}$ und die Volta'ſche Methode iſt daher dreimal ſo genau als die vorhergehende. Es kommt aber bei der Volta'ſchen Unterſuchung noch darauf an, in welchem Grade der Reinheit ſich die der Luft vor der Exploſion beigefügten Gaſe verbinden, und welchen Einfluß eine allenfallſige Verunreinigung des einen oder des anderen habe. Man macht zu dieſem Zwecke künſtlich Gemenge von Luft, deren Zuſammenſetzung man kennt, und vergleicht dann das Reſultat der Unterſuchung. Je mehrerlei Stoffe man zu einer Meſſung nöthig hat, um ſo mehr Möglichkeiten zu Fehlern ſind vorhanden, und in dieſem Punkte hat die Phosphoruntersuchung wieder einigen Vortheil vor der Waſſerſtoffmethode, weil bei ihr kein Gas zugeführt werden muß.

Die Vergleichung aller dieſer Wirkungen, deren Detail ich hier übergehen will, führte Humboldt und Gay-Luſſac zu dem Reſultate, daß ihre Beſtimmungen bis auf 0,001 der angewandten Luft unſicher ſeien, d. h. die von ihnen erzielten Größen können um $^1/_{10}$ Procent größer oder kleiner ſein (um $^3/_{10}$ aber, wenn das Verhältniß 1 Sauerſtoff zu 2 Waſſerſtoff unrichtig, das von Fourcroy-Vauquelin und Séguin gefundene 1 : 2,05 richtig wäre, was jedoch nicht der Fall iſt).

Nachdem ſich die beiden Forſcher überzeugt hatten, daß ihre Methode unter allen bis dahin bekannten die genaueſte ſei, wandten ſie ſich zu deren Anwendung. Es wurde Luft mitten auf der Seine bei kalter, gemäßigter und regneriſcher Witterung und bei verſchiedenen Winden aufgefangen und am nämlichen Tage noch unterſucht. Auch Waſſerſtoffunterſuchungen wurden gemacht, um auf die oben angedeutete Entſtehungsart der Feuermeteore einen Schluß ziehen zu können. Die Reſultate ſind: 1) Die Zuſammenſetzung der Atmoſphäre verändert ſich im Allgemeinen nicht. 2) Der Sauerſtoffgehalt derſelben beträgt 21 Procente. 3. Die Luft enthält keine nachweisbare Menge Waſſerſtoffs.

„Steht es nun feſt," ſagt Humboldt, „daß die Zuſammenſetzung der Atmoſphäre im Allgemeinen ſich gleich bleibt, ſo muß der Grund der Verſchiedenheiten, welche man darin zu entdecken glaubte, in den örtlichen Verhältniſſen geſucht werden, in welchen man die Luft analyſirte. Vulkane auf hohen Bergen, eigenthümliche Gährungen, ſtehende Gewäſſer eines Sumpfes oder See's, könnten vielleicht die Reinheit der angränzenden Atmoſphäre, ſei es durch Entziehung von Sauerſtoff oder durch Ausdünſtung nicht athembarer Gaſe, ein wenig beeinträchtigen; wie gering muß aber eine ſolche Verminderung des Sauerſtoffgehalts in einer ſo großen, fortwährend

bewegten Luftmaſſe ſein, wenn man bedenkt, daß ſelbſt an Orten, wo eine große Menſchenmaſſe verſammelt iſt, oder wo ein wahrer Herd von Anſteckungsſtoffen zu ſein ſcheint, die Luft nur ſehr kleine Schwankungen erfährt! Wir haben zwei Luftproben analyſirt, von denen die eine mitten aus dem Parterre des Théâtre français kurz vor Beginn des zweiten Stücks, drei und eine halbe Stunde nach der Zuſammenkunft einer großen Zuſchauermenge, genommen war, die andere aber drei Minuten nach Beendigung des Schauſpiels im höchſten Theile des Saales aufgefangen wurde. Beide Proben trübten kaum das Kalkwaſſer,[1] und während die äußere atmoſphäriſche Luft 0,210 Sauerſtoff aufwies, zeigte die Luft aus dem Parterre 0,202 und die aus dem oberen Theile des Saales 0,204."

„Seguin analyſirte ſchon früher die Luft aus den Sälen von Krankenhäuſern; er hatte ſie 12 Stunden feſt verſchloſſen ſtehen laſſen, und fand ſie dann faſt eben ſo rein wie die atmoſphäriſche Luft, obgleich ſie einen unerträglich üblen Geruch beſaß."

„Wenn alſo die Luft ſelbſt unter den dem Verbrauch von Sauerſtoff günſtigſten Umſtänden nicht 1 Procent daran verliert, ſo läßt ſich daraus kein Grund entnehmen für die Beklemmung, welche man an eingeſchloſſenen und mit Menſchen erfüllten Orten empfindet, oder für die Krankheiten, welche See'n und Sümpfen oder gewiſſen Ländern eigenthümlich ſind. In manchen Fällen mögen Dünſte die Urſache ſein, die allen unſern eudiometriſchen Mitteln entſchlüpfen und in eigenthümlicher Weiſe auf unſern Körper wirken. So können eine einzige Blaſe Schwefelwaſſerſtoffs oder Chlors, eine faulige Ausdünſtung, ſelbſt eine Blume einen ungeheueren Raum mit ihrem Geruch erfüllen, und uns durch ihre außerordentliche Vertheilung in Erſtaunen ſetzen, ſelbſt dann, wenn wir auf dem Punkte ſtehen, ihrer Wirkung zu erliegen. Die Peſtmiasmen mögen ebenſo fein, darum aber nicht minder tödtlich ſein, und ſie entgehen gleichfalls allen unſern analytiſchen Hülfsmitteln. Vermögen wir indeſſen auch nicht, dieſe atomfeinen Weſen feſt zu halten und ihre Natur zu beſtimmen, ſo können wir doch glücklicherweiſe, nach den für die Menſchheit ſo wohlthätigen Arbeiten Guyton's[2], zum wenigſten ihre Wirkung vernichten. In andern Fällen mögen die Krankheiten ihre Urſache in der Feuchtigkeit, der Temperatur, der elektriſchen Span-

1) Sie zeigten alſo kaum eine Spur von Kohlenſäure, dem Producte der Reſpiration. Der Verf.

2) Guyton de Morveau entdeckte 1773 die Chlorräucherungen, ein Mittel, die in der Luft befindlichen Miasmen durch Chlor zu zerſtören. Der Verf.

nung der Luft oder überhaupt in dem Zuſtande der Atmoſphäre haben, ſo weit derſelbe in Beziehung zu der gerade in uns befindlichen Dispoſition ſteht, und unter dieſen vielleicht ſehr häufigen Umſtänden kann die Krankheit große Verheerungen anrichten, ohne daß man ihren Fortſchritt zu hemmen vermöchte. Es wäre eine Täuſchung, alles einer einzigen Urſache zuzuſchreiben, wenn der Geſundheitszuſtand des Menſchen von dem Zuſammenwirken aller ihn umgebenden Einflüſſe abhängig iſt."

Das chemiſch reine Waſſer beſteht aus 2 verſchiedenen Gaſen, dem Gewichte nach aus 88,9 Procenten Sauerſtoff und 11,1 Waſſerſtoff. Man kann weder von dem einen noch von dem anderen Beſtandtheile etwas wegnehmen, ohne das Beſtehen des Waſſers zur Unmöglichkeit zu machen, denn die Entfernung auch der kleinſten Menge von Sauerſtoff würde das Freiwerden des entſprechenden Antheils von Waſſerſtoff nach ſich ziehen. Es iſt aber möglich, daß das Waſſer *als ſolches* ebenſo wie auch andere Flüſſigkeiten größere oder kleinere Mengen verſchiedener Gaſe veranlaßt, ihren luftförmigen Zuſtand aufzugeben und ſich in der Flüſſigkeit gewiſſermaßen aufzulöſen, abſorbirt zu werden, und es iſt dieſes, wenn etwa Sauerſtoff abſorbirt worden iſt, nicht eine Verbindung von 1 Gewichtstheil Waſſerſtoff mit mehr als 8 Gewichtstheilen Sauerſtoff. Das ſo abſorbirte Gas wird darum auch leichter abgeſchieden werden können als die Trennung der Waſſerbeſtandtheile vor ſich geht, und Erhöhung der Temperatur der Flüſſigkeit reicht im Allgemeinen hin, den größten Theil davon frei zu machen. Unter den ſo abſorbirten Gaſen ſpielt beſonders der Sauerſtoff eine große Rolle im Haushalte der Natur, denn er dient zur Reſpiration aller im Waſſer lebenden Geſchöpfe. Der durch die Kiemen athmende Fiſch lebt ſo gut von Sauerſtoff als das durch die Lungen Luft einnehmende Säugethier, aber er iſt nicht im Stande, das Waſſer zu zerlegen, ſondern iſt einzig und allein auf den abſorbirten Sauerſtoff angewieſen, und geht zu Grunde, wenn man ihn in ausgekochtes (luftfreies) Waſſer bringt.

Das Vermögen, von dem Waſſer abſorbirt zu werden, iſt für die verſchiedenen Gaſe verſchieden, und während erſteres von dem Ammoniakgaſe bei einer Wärme von 0° 1050 Raumtheile aufnimmt, abſorbirt es von dem Sauerſtoffe bei derſelben Temperatur nur 0,041, vom Stickſtoffe nur 0,020.

Die Thatſache, daß das Waſſer Luft aufzunehmen vermag, kennt man ſchon ſeit langer Zeit, denn es iſt eine alltägliche Erfahrung, daß friſches Waſſer, das man einige Zeit in einem Gefäße ſtehen läßt, an den Wandungen des letzteren eine größere oder kleinere Menge von Luftblaſen abſetzt,

was davon herrührt, daß das Waſſer, welches nach und nach in dem Gefäße eine höhere Temperatur angenommen hat, dadurch veranlaßt wird, einen Theil der in der Kälte aufgenommenen Luft abzugeben. Solange man noch von der Luft überhaupt keine klaren Begriffe hatte, war an eine Unterſuchung der im Waſſer abſorbirten nicht zu denken. Prieſtley, der, wie bereits gezeigt wurde, als der Gründer der pneumatiſchen Chemie betrachtet werden muß, unterzog ſich zuerſt dieſer Aufgabe und fand, im Waſſer ſei eine Luft, die an Sauerſtoff oder [nach ihm] an dephlogiſtiſirter Luft reicher iſt, als die atmoſphäriſche, ein Reſultat, das auch durch die ſpäteren Unterſuchungen von Haſſenfratz, Ingenhouß und Breda beſtätigt wurde.

Humboldt und Gay-Luſſac unterſuchten die in Flüſſigkeiten abſorbirte Luft in den verſchiedenſten Umſtänden: ſie nahmen Fluß-, Regen-, Eis- und Schneewaſſer, Auflöſungen von Salzen u. ſ. w., doch haben ſie in der erwähnten Abhandlung nur einen ſehr kleinen Theil ihrer Reſultate veröffentlicht.

Je wärmer das Waſſer iſt, um ſo geringer wird die Quantität von Luft ſein, die von demſelben abſorbirt werden kann, und wenn man daher Waſſer nach und nach bis zum Sieden erhitzt, entfernt ſich die Luft vollſtändig daraus, ein Theil dagegen, wenn das Waſſer gefriert.

Fingen die beiden Forſcher die ſich allmälig entwickelnden Luftportionen in verſchiedenen Zeiträumen auf, ſo zeigte ſich das auffallende Phänomen, daß das Verhältniß des Sauerſtoffs zum Stickſtoffe jedes Mal ein anderes war. Der Sauerſtoff wird in verhältnißmäßig größerer Quantität aufgenommen als der Stickſtoff, und bei dem Ausſcheiden beider geht zuerſt eine größere Quantität des letzteren fort, weßhalb die ſpäter abgeſchiedene Luft einen größeren Sauerſtoffgehalt hat als die erſtere. Bei Seinewaſſer enthielten die nach einander frei gewordenen Gemenge 23,7, 27,4, 30,2 32,5 Procente Sauerſtoff, bei Schneewaſſer 24,0 und 34,8, bei Waſſer aus friſch gefallenem Schnee 24,0, 26,8, 29,6, 32,0 und 34,8.

Humboldt und Gay-Luſſac unterſuchten auch die Verhältniſſe, welche ſich ergaben, wenn lufthaltiges Waſſer mit einer anderen Luftart in Berührung kommt, das Ergebniß z. B., wenn man lufthaltiges Waſſer unter einer Glocke abſperrt, in der ſich noch Sauerſtoff befindet. Sie fanden, daß in dieſem Falle Stickſtoff ausgetrieben und durch Sauerſtoff erſetzt werden kann, während der umgekehrte Fall eintritt, wenn die Glocke ſtatt Sauerſtoffs Stickſtoff enthält; doch haben ſie in dieſer Richtung ihre Arbeit nicht vollendet und ihre bisherigen Reſultate nur als proviſoriſche angegeben.

Ihrem Vorſatze, die Arbeit ſpäter zu vervollſtändigen, ſcheinen ſich Hinderniſſe in den Weg geſtellt zu haben.

Dieſe Reſultate Humboldt's und Gay-Luſſac's ſind durch die neuen Forſchungen von Bouſſingault, Leslie und Regnault dem Weſen nach beſtätigt worden, inſofern es ſich darum handelt, feſtzuſtellen, wie viele Procente Sauerſtoff die Luft enthalte. Die Beſtimmungen der neueren Forſcher ſind genauer, die Größe des möglichen Fehlers ihrer Beobachtungen iſt geringer, aber das Reſultat, das ſie erhalten, iſt daſſelbe wie das Humboldt's und Gay-Luſſac's, oder iſt wenigſtens hiervon nicht über die Gränzen verſchieden, innerhalb deren letztere Forſcher ihre Reſultate als unſicher angaben. Es hat ſich dagegen gezeigt, daß allerdings Schwankungen in der Zuſammenſetzung der Luft vorhanden ſind. Dieſe Aenderungen ſind aber ſo gering, daß ſie nur mit Hülfe von ſehr genauen Unterſuchungsmethoden wahrnehmbar ſind.

Im Jahre 1847 hat Regnault einen Plan entworfen, die Unterſuchung der atmoſphäriſchen Luft in großartigem Maaßſtabe zu betreiben, indem er vorſchlug, an möglichſt vielen Orten am 1. und 15. jeden Monats Mittags durch an beiden Enden fein ausgezogene Glasröhren Luft mit Hülfe eines Blasbalgs durchzutreiben, die Röhren zuzuſchmelzen und die ſo gewonnenen Luftproben ſpäter nach einer gleichmäßigen Methode zu analyſiren.

Als einſtweiliges Reſultat veröffentlichte Regnault 1852 (Ann. ch. ph. [3] XXXVI.) mehrere Proben, die er für bis auf 0,02 Procente ſicher hält. Ein Theil ſeiner Reſultate ſind folgende Zahlen:

100	Proben	aus	Paris und Umgebung: 20,913—20,999 Procente Sauerſtoff.
9	=	=	Lyon, Montpellier, Saint Martin aux Arbres 20,918—20,966.
30	=	=	Berlin 20,908—20,966.
10	=		Madrid 20,916—20,982.
23	=	=	Genf, Mont-Salève, Mont-Buet 20,909—20,993.
15	=	=	Rhede von Toulon, mittelländ. Meer und Hafen von Algier, 20,912—20,965.
5	=	=	Fahrt von Liverpool nach Vera-Cruz 20,918—20,965.
1	=		Guallalamba in Ecuador 20,960.
2	=	=	Pichincha (Vulkan bei Quito) 20,949—20,988.

Von 11 Proben Luft auf dem ſüdlich von Aſien gelegenen Meere genommen, gaben zwei einen anderen Sauerſtoffgehalt als den normalen. Luft vom 1. Febr. 1849 vom Meerbuſen von Bengalen gab 20,46 und

20,45, Luft vom Ganges am 8. März 1849 genommen zeigte 20,390—20,387. Als dieſe Luft aufgefangen wurde, war eben die Cholera am Ausbrechen.

Vergleicht man die Reſultate, welche Regnault als normalen Stand erhalten, mit den von Humboldt und Gay-Luſſac erzielten, ſo ergibt ſich, daß der Unterſchied nur darin liegt, daß die Regnault'ſchen Zahlen mehr Decimalen enthalten, denn die Humboldt'ſchen Reſultate geben als Regel 21,0, einigemal 20,9 und ſchließen alſo die von Regnault für den Normalſtand gewonnenen gerade ein.

2. Wärme.

Unter den verſchiedenen Zuſtänden, welche wir an den Körpern, die uns umgeben und unter denen die Luft die erſte Rolle ſpielt, beobachten, verdient der ihrer Temperatur eine beſondere Berückſichtigung, denn je nach ihrer Verſchiedenheit ändert ſich der ganze Haushalt des Menſchen. Welche Differenz in der Lebensweiſe iſt nicht zwiſchen der des faſt allein auf den Seehund angewieſenen Eskimo und der des Bewohners der mittleren Breiten Europa's! Wie ſehr weicht unſer Haushalt im Winter ab von dem des Sommers!

Es kann der Beobachtung wohl keines Menſchen entgehen, daß die Wärme je nach Tages- und Jahreszeit wechſelt, und ſelbſt kleine Reiſen vermögen uns den Beweis zu liefern, daß die Schwankungen der Temperatur nicht allenthalben dieſelben ſind, ſondern daß in ihnen wieder von Ort zu Ort vorkommende Aenderungen ſtattfinden. Darum findet man auch derartige Beobachtungen in Menge in den alten Schriftſtellern; man weiß ſchon längſt, daß die Veränderungen in dem Stande der Sonne auch Verſchiedenheiten in der Temperatur hervorrufen; doch waren die Beſtrebungen, die Geſetze zu erforſchen, nach denen dieſe Aenderungen vor ſich gehen, lange nur ſehr untergeordnet.

Wie bereits erwähnt, treffen wir in der Naturforſchung auf zweierlei verſchiedene Arten von Arbeiten, auf die Anſtellung von Beobachtungen und die Aufſuchung von Geſetzen, die ſich auf die vorausgegangenen Beobachtungen ſtützen.

Es gehört eine gewiſſe Selbſtaufopferung dazu, auf die Erforſchung der Geſetze, alſo auf das eigentliche Ziel zu verzichten, und nur durch fortgeſetzte Beobachtung Thatſachen zu ſammeln, die vielleicht erſt nach einigen Jahr-

hunderten von einem glücklichen Nachfolger benützt werden können, und darum ſehen wir, daß die Naturwiſſenſchaft im großen Ganzen nicht mit Beobachtungen, die uns am meiſten erwünſcht wären, begann, ſondern mit Speculationen, die, weil auf unrichtige oder doch nur ſehr im Groben gemachte Unterſuchungen geſtützte Grundlagen gebaut, für uns vollkommen unfruchtbar ſind. Beiſpiele davon ſehen wir in Menge in den verſchiedenen naturphiloſophiſchen Syſtemen der Alten.

In derſelben Weiſe iſt es auch bei der Unterſuchung der Wärme gegangen: auch hier kamen zuerſt auf ſehr ungenaue Beobachtungen geſtützte Theorien, und dann erſt, als man genauer nachforſchte, zeigte ſich deren Unhaltbarkeit oder doch Unzulänglichkeit, da zwar Einiges im Principe richtig erkannt, aber aus Mangel an bekannten Thatſachen und daraus folgender Nichtberückſichtigung vieler wichtigen Nebenumſtände, unrichtige Conſequenzen daraus gezogen wurden.

Wir würden übrigens den Vorwurf der Unbilligkeit auf uns laden, wenn wir die Beſtrebungen der Männer früherer Jahrhunderte ſo geradezu verwerfen wollten. Bloßes Beobachten führt zu nichts als eben zu einer Beobachtung, und würde man außerdem gar nichts thun, ſo bekäme man zuletzt eine ſolche Menge von Thatſachen, daß kein Menſch ſie zu überblicken im Stande wäre; es muß daher von Zeit zu Zeit eine größere oder kleinere Menge derſelben unter einer beſtimmten Norm als Partialgeſetz zuſammengefaßt werden, und die Lücken zwiſchen mehreren derſelben, die nach und nach ausgefüllt werden ſollen, geben einen Fingerzeig, auf was wir bei den Unterſuchungen unſere Aufmerkſamkeit zu richten haben, wobei die mittlerweile gelegentlich eintretende Auffindung von Beobachtungsmitteln wie Inſtrumenten zu Hülfe kommt.

Die erſte über bloße Vermuthungen hinausgehende Theorie der Wärme ſtammt von Halley[1], der ſie 1693 veröffentlichte. Dieſer Forſcher lehrte, daß die von der Sonne verurſachte Wärme in jedem Augenblicke des Tages von der Höhe abhängig ſei, in welcher ſich dieſes Geſtirn über dem Horizonte befindet, und darum wird die Wärme abnehmen, wenn die Breite wächſt. Wenn man ſich jedoch vom Aequator aus den Polen nähert, ſo findet man eine immer größere Differenz der Tagesdauer in den verſchiedenen Jahreszeiten, bis endlich in dieſen Punkten (wenn man von der Refraction der Sonnenſtrahlen abſieht) ein halbjähriger Tag (Sommer) mit einer Nacht von ebenſo langer Dauer (Winter) wechſelt. Dieſer Umſtand übt eine bedeu-

1) Philosophical Transactions.

tende Wirkung auf die Wärme aus, denn wenn auch in höheren Breiten die Sonne um Mittag nicht die Höhe erreicht, zu der ſie in den Tropenländern ſteigt, ſo erſetzt die längere Dauer des Tages im Sommer, was an Intenſität abgeht, weil die Wärme des einen Momentes ſich zu der des vorhergehenden addirt, und eine Summe von vielen kleineren Gliedern, die von wenigen, wenn auch größeren, nicht nur erreichen, ſondern ſogar übertreffen kann. Halley ſetzte daher die Wärme eines Sommer-Tages unter dem Aequator, dem Polarkreiſe und dem Pole als dem Verhältniß der Zahlen 1,834, 2,310 und 2,506 entſprechend, alſo am Pole größer als am Aequator. Im Winter iſt die Dauer der Nacht eben ſo lange wie im Sommer die des Tages und der Wintertag bleibt daher in hohen Breiten um ſo weiter hinter der Aequatorialwärme zurück, als der Ort im Sommer begünſtigt war. Es treten daher die Jahreszeiten immer weiter auseinander.

Als Halley ſeine Theorie, die, wie man ſieht, allein auf dem Stande der Sonne und der Dauer des Tages beruht, veröffentlichte, beſaß man noch kaum die Mittel, ihre Richtigkeit oder Unrichtigkeit durch die Beobachtung zu beſtimmen, denn das Inſtrument, womit dieſes geſchieht, das Thermometer, war damals noch in einem Zuſtande, der es zu einem ſolchen Gebrauche nicht befähigte. Zwar ſoll Drebbel im Jahre 1630 Thermometer conſtruirt haben, allein man hatte ſich damals noch nicht über die Temperaturen geeinigt, die als die Ausgangspunkte bei ſolchen Beſtimmungen nothwendig ſind. Es hatte damals faſt jedes Inſtrument eine andere Eintheilung, und man konnte zwar mit einem derſelben wohl angeben, daß es wärmer oder kälter geworden ſei, man konnte aber noch nicht beſtimmen, welchem Stande des einen Inſtrumentes der eines andern entſpreche, d. i. man hatte keine vergleichbaren Reſultate! Noch 1714 nahm Newton als fixe Punkte ſeines Thermometers die Wärme des ſchmelzenden Eiſes und die ſeines Körpers und theilte die Differenz in 12 Grade. Es geht daraus hervor, daß nur Newton Inſtrumente machen konnte, bei denen der Grad derſelben Temperaturdifferenz entſprach, denn wenn auch die Wärme des menſchlichen Körpers wenig Schwankungen unterworfen iſt, bleibt ſie doch nicht für alle Individuen genau die nämliche, und dieſe Eintheilung iſt, wenn auch in geringerem Grade (denn die Mittelwärme des Menſchen ſchwankt nicht ſo bedeutend), ungefähr daſſelbe, als wenn ein Menſch die Länge ſeiner Fußſohle als Fußmaaß anwenden wollte, denn dieſe Länge wechſelt auch von einem Menſchen zum andern.

Noch längere Zeit hindurch hatte man ein ganzes Gewirre von Thermometereintheilungen, bis endlich um die Mitte des vorigen Jahrhunderts

die jetzt üblichen nach Fahrenheit, Réaumur und Celsius[1], die ganz genau auf einander reducirbar sind, die Oberhand gewannen.

Auch Mairan[2] hielt sich zunächst an die astronomische Stellung der Sonne; er legte vorzugsweise Werth auf die Bestimmung des Temperaturmaximum und Minimum und nahm das arithmetische Mittel beider als Jahresmittel. Die Rechnung ergab ihm das Verhältniß unserer Sommerwärme zu der des Winters wie 16:1. Er verglich sein Resultat mit der Beobachtung und dem von Amonton bestimmten absoluten Nullpunkt, da er, wie dieses auch jetzt noch geschieht, von der Ansicht ausging, daß der Schmelzpunkt des Eises zwar eine niedrige Wärme, aber nicht gar keine, nicht den absoluten Nullpunkt bezeichne. Amonton hatte aus der Ausdehnung der Luft abgeleitet, daß, wenn man die Kellerwärme zu Paris zu 54°, den Schmelzpunkt des Eises zu 52½° setzt, bei 0° jener absolute Nullpunkt[3] sei. Rechnete nun Mairan von diesem absoluten Nullpunkt aus, so fand er, daß die Winterwärme viel mehr als 1/16 der Sommertemperatur beträgt und es blieb ihm daher übrig, die Ursache dieser Erscheinung zu suchen. Er nahm an, Wärme komme aus dem Inneren der Erde und sei das ganze Jahr constant, und zu dieser Wärme, welche eigentlich die Hauptsache des Ganzen ausmache, komme im Sommer mehr, im Winter weniger Sonnenwärme. Es ist das ganze Verhältniß etwa mit dem Wasserstande eines tiefen Sees zu vergleichen. Zu einem Quantum, das man als fortwährend in ihm enthalten annehmen kann, komme im Winter ein gewisser Zuschuß, im Sommer dagegen 16mal soviel, so wird das Resultat ein Schwanken des Niveaus sein, aber das Verhältniß der ganzen Tiefe im Sommer zu der des Winters wird um so weniger von der Einheit verschieden sein, je tiefer der See, und bei der Wärme um so je weniger, je tiefer der absolute Nullpunkt, d. i. je größer die von dem Erdinnern hergegebene Wärme ist.

Auf dieser Unterscheidung beruht auch Mairan's Bezeichnung der wirklichen und der solaren Jahreszeiten. Die nächste Folge seiner

---

1) Im gegenwärtigen Kapitel sollen nach Humboldt's Vorgange durchaus die Celsiusgrade, deren 100 die Wärmedifferenz zwischen schmelzendem Eise und bei 760^{mm} Barometerstand siedendem Wasser ausmachen, genommen werden.

2) Mém. de l'Académie 1719 und 1765.

3) Die Kellerwärme zu Paris beträgt 11°,7 C also entspricht jeder Grad Amonton's 4,68 Graden Celsius und 52½ °A = 245°,7 C. In neuester Zeit hat Redtenbacher (das Dynamidensystem S. 61) den absoluten Nullpunkt zu 272°,5 unter dem Gefrierpunkt bestimmt. Die Angabe Amonton's fehlt also nicht sehr bedeutend.

vorzugsweiſe aber der Halley'ſchen Arbeit war die Annahme, daß in jeder Hemiſphäre der Sommer in allen Breiten eine gleiche Temperatur habe, weil in den höheren Breiten durch die Tageslänge erſetzt werde, was an der Höhe der Sonne abgeht, eine Annahme, welche auf der fortwährenden Verwechſelung der Temperatur*extreme* mit den Temperatur*mitteln* beruhte.

Auf die Dauer genügten die Halley-Mairan'ſchen Formeln den Beobachtungen, die nun allerwärts gemacht wurden, nicht mehr, und Tobias Mayer[1] ſtellte empiriſch eine andere auf, die ſich zwar auf die Mairan'ſchen Sätze zurückführen läßt, auf die er aber vermittelſt eines ganz anderen Weges gelangte. Er nahm nämlich an, die mittlere Wärme eines Ortes ſei gleich einer durch Beobachtung zu beſtimmenden conſtanten Größe m weniger einer andern, ebenfalls aus der Beobachtung abzuleitenden n, die mit dem Quadrate des Sinus der Breite zu multipliciren ſei. Mayer nahm an, daß die Wärme eines Ortes als Reſultat verſchiedener Wirkungen, als etwas Gegebenes zu betrachten ſei, dem man ſich durch eine mathematiſche Formel allmälig zu nähern ſuchen müſſe. Hat man nämlich eine ſolche Erſcheinung, die wie z. B. die unſrige, ſich in verſchiedenen Breiten anders zeigt, ſo ſucht man eine mathematiſche Formel, die ſich ihr, wenn auch nur im Groben, anſchließt, indem ſie eine von der Breite eines Ortes abhängige Verſchiedenheit der Wärme vorausſetzt. Die darauf folgende Beobachtung wird die Mängel der Formel zeigen, und man ändert dieſe nun in einer Weiſe ab, daß auf die Abweichungen Rückſicht genommen wird, dann wird wieder verglichen und ſo lange verbeſſert, bis endlich die Formel entſpricht. Es iſt dieſes eine Art und Weiſe, die namentlich in der Aſtronomie von jeher mit großem Erfolge angewendet wurde. Will man von der Mayer'ſchen Formel $t = m - n \sin \varphi^2$ Gebrauch machen, ſo ergibt ſich daraus, daß die Wärme von einem Breitegrad zum andern wechſelt, aber *in demſelben Breitegrade, rund um die Erde, alſo in allen Längen, gleich bleibt.*[2] Es wäre nun zunächſt eine Correctur nothwendig, welche die Temperatur auch für verſchiedene Längen derſelben Breite verſchieden macht, dann eine Correctur, welche auf die Meereshöhe Rückſicht nimmt u. ſ. w.

---

1) Opera inedita l. 3.

2) Der vorſtehende Ausdruck gibt nämlich an, daß die Temperatur t eines Ortes der Differenz $m - n \sin \varphi^2$ gleich ſei. Dieſe Differenz wird um ſo größer ſein, je kleiner das Product $n \sin \varphi^2$ iſt; weil aber n eine aus der Beobachtung abgeleitete conſtante Größe vorſtellt, ſo kommt die ganze Möglichkeit einer Aenderung nur dem Ausdrucke $\sin \varphi^2$ zu. Dieſe Größe wächſt, wenn die Breite zunimmt, und weil mithin in höheren Breiten von m mehr abgezogen wird als in

Die Vertheilung der Wärme über die Erdoberfläche ist ein äußerst complicirtes Phänomen, und es könnte ihr nur eine ebenso zusammengesetzte mathematische Formel entsprechen; je größer aber die Zusammensetzung einer Formel wird, um so beschränkter ist ihre Brauchbarkeit, und dieses ist auch der Grund, weßhalb der im Grunde ganz richtige Mayer'sche Vorschlag gänzlich außer Gebrauch gekommen ist.

Lambert[1] hielt sich wieder an die astronomische Stellung der Sonne und untersuchte dabei auch den Wärmeverlust, den die Erde durch die nächtlichen Erkaltungen erleidet; doch erzielte auch er, ungeachtet der vielen Vorzüge seiner Arbeit, kein mit den Beobachtungen vereinbares Resultat.

Die Wärmevertheilung, wie wir sie auf der Oberfläche der Erde wahrnehmen ist, wie bereits erwähnt, das Resultat einer außerordentlichen Menge von Ursachen. Die verschiedene Entfernung der Erde von der Sonne in den einzelnen Jahreszeiten, die Rotation der Erde und die Neigung ihrer Axe gegen die Ekliptik bedingen Verschiedenheiten in der Wirkung, welche die Sonnenstrahlen in den einzelnen Orten und wieder wechselnd nach Tages- und Jahreszeit hervorbringen. Je nachdem die Sonnenstrahlen, wenn auch unter denselben Verhältnissen, den einen und den andern Punkt der Erde treffen, wird ihr Effect je nach der Beschaffenheit der getroffenen Stelle verschieden sein, wenn Farbe, Dichtigkeit, Ein- und Ausstrahlungsvermögen und Leitungsfähigkeit der letzteren wechseln, und wir haben daher neben den astronomischen oder geographischen Verschiedenheiten noch die physikalischen Differenzen der Orte zu berücksichtigen. Alle diese manchfaltigen Abstufungen zu bestimmen ist eine äußerst schwierige Aufgabe, doch haben die Arbeiten Fourier's[2] und Poisson's[3] wenigstens die Möglichkeit gegeben, daß (allerdings unter Voraussetzung noch nicht vollständig gemachter, also noch anzustellender Versuche über die oben genannten physikalischen Eigenschaften der von den Sonnenstrahlen getroffenen Körper) das Ziel der mathematischen Aufgabe, die Wärme eines gegebenen Punktes für jeden Augenblick vorausbestimmen zu können, etwa wie man für jeden Augenblick die Lage irgend eines Planeten angeben kann, zu erreichen sei. Die Aufgabe ist eine höchst schwierige, aber ihre Lösung wenigstens denkbar.

---

niedrigen, so bleibt als Rest weniger, und man erhält sohin für die Ortswärme einen kleineren Werth. Die Länge eines Ortes kommt in dem Ausdrucke gar nicht vor, ist also ohne Einfluß auf die Wärmebestimmung.

1) Pyrometrie.

2) Théorie analytique de la chaleur.

3) Théorie mathématique de la chaleur.

Alles dieſes gilt aber nur für ein Geſtirn, von dem man vorausſetzt, daß darauf, wie es bei dem Monde wirklich der Fall iſt, ſich weder Luft noch Waſſer befinde. Haben wir aber mit einem Planeten zu thun, der wie unſere Erde zum größten Theil mit Waſſer bedeckt und von einer Hülle von Luft umgeben iſt, ſo kommen zu den früheren wahrlich nicht zu verachtenden Schwierigkeiten noch weitere und viel bedeutendere, welche das Problem in einer ſolchen Weiſe verwickeln, daß von ſeiner Löſung auf mathematiſchem Wege zur Zeit gar nicht die Rede ſein kann.

Durch die Strömungen von Luft und Waſſer, bedingt durch die ungleiche Wirkung der Sonne in den verſchiedenen Breiten, wird die Wärme der Aequatorialgegenden in die dem Pole näheren Bezirke geführt; aber die Art wie dieſes geſchieht, hängt von der Geſtalt des Landes ab, und deſſen Unregelmäßigkeiten tragen ſich auf den Gang der Wärme über. Darum iſt die Temperatur nicht in allen Längen deſſelben Breitekreiſes gleich. Ebenſo wird mit dem Dampfe dem Meere eine Unmaſſe von Wärme entführt, das derſelben entledigte Waſſer kehrt in den Flüſſen und Strömen wieder zurück, aber die Wärme dient zur Erhöhung der Temperatur des Landes. Aus dieſem Grunde iſt die größere oder geringere Nähe des Oceans von hoher Bedeutung für eine Gegend, aber auch hier wirken die Unregelmäßigkeiten der Curve, welche Land und Waſſer trennt. Dazu kommt, daß man nie eine größere oder kleinere Gegend für ſich betrachten kann, denn jeder kleinſte Fleck macht einen Theil des Ganzen aus und ſteht mit ihm in dem Verhältniſſe von Wirkung und Gegenwirkung. Wer aber vermag die ungeheuere Manchfaltigkeit von Wirkungen von Land und Waſſer, Höhe und Tiefe, dieſer und jener Steinart, die über die ganze Erde verbreitet alle ihren Einfluß ausüben, unter die Botmäßigkeit einer mathematiſchen Formel zurückzuführen?

Aus dem Vorſtehenden erhellt, daß es eine reine Unmöglichkeit iſt, eine mathematiſche Formel zu entwerfen, die dieſer unendlichen Manchfaltigkeit genügt, mit deren Hülfe man im Stande wäre anzugeben, wie warm es in einer beliebigen Zeit an dieſem oder jenem Punkte der Erde ſei, und man konnte ſich ihrer nur ſo lange bedienen, als die Beobachtungen noch ſo ſehr zurück waren, daß man gar nicht wußte, in welcher Art dieſer oder jener Umſtand wirke.

Darum ſchlug Kirwan[1] einen andern Weg ein, nämlich den, ſtatt

1) An estimate of the Temperature of different latitudes. Transactions of the Royal Irish Academy VIII.

zuerſt die Geſetze aufzuſtellen und dann erſt zu beobachten und die Beobachtungen mit den Geſetzen zu vergleichen, zuerſt zu beobachten und dann durch Vergleichung der in verſchiedenen Ländern gemachten Beobachtungen die wirkenden Urſachen oder Geſetze aufzuſuchen; doch ſehen wir auch bei Kirwan noch einen Verſuch, zuerſt die Höhe der obern Schneegränze, jenes Punktes, wo wegen Kälte die Luft kein, oder nur ſo wenig Waſſer enthält, daß kein Schnee mehr fallen kann', zu beſtimmen, und dann daraus die Wärme der Luft in einer darunter befindlichen Stelle abzuleiten. Er vergleicht jedoch auch die Temperaturen verſchiedener Orte der Erde und nimmt hierzu als Normalgegend denjenigen Theil des atlantiſchen Meeres, der zwiſchen dem 80. Grade der nördlichen und dem 45. Grade der ſüdlichen Breite ſich weſtwärts bis an den Golfſtrom und innerhalb weniger Meilen von der Küſte von Amerika erſtreckt, auch den ganzen Theil des ſüdlichen Oceans, der ſich vom 45. Grade der Nordbreite bis zum 40. Südbreite und von 200 bis 275 Grade öſtl. von London ausdehnt.

Es wäre ſehr zu wünſchen, daß man von jedem Orte den Gang der Temperatur für jeden Augenblick wüßte, allein da dieſes eine vollkommene Unmöglichkeit iſt, muß man ſich darauf beſchränken, längere Zeit hindurch unter ſich entſprechenden Umſtänden zu beobachten, und dann anzunehmen, daß jedesmal diejenige Wärme vorhanden geweſen ſei, welche dem arithmetiſchen Mittel aller Beobachtungen gleich kommt. Man hat hier zwar im Grunde genommen jedesmal einen Fehler, allein dieſer wird im Allgemeinen entweder etwas über oder unter der Wahrheit ſein, und von ihr nicht viel abweichen. Wir kommen ſo auf die Aufſuchung von Mittelwärme.

Dieſe Aufgabe iſt es, mit welcher wir Humboldt in der Abhandlung in Mém. de la soc. d'Arcueil III. und in den Kleineren Schriften nach einer kurzen hiſtoriſchen Einleitung zuerſt beſchäftigt finden.

Soll der mittlere Zuſtand der Wärme für die ganze Erde beſtimmt werden, ſo muß man zuerſt die Mittel finden, dieſen Zuſtand für einen einzigen gegebenen Ort zu beſtimmen, und dieſer ändert ſich nicht nur im Laufe des Jahres, ſondern auch in dem des Tages fortwährend. Früher hatte man geglaubt, die mittlere Wärme eines Jahres laſſe ſich durch die halbe

1) Es iſt allerdings wahrſcheinlich, daß es in einer gewiſſen Höhe über der Erde eine ſolche Stelle gibt, die von der untern Schneegränze, jener Linie, oberhalb welcher der Schnee das ganze Jahr liegen bleibt, wohl zu unterſcheiden iſt; ſie iſt aber jedenfalls ſo hoch, daß kein Berg in dieſelbe reicht, wenigſtens nicht bei der gegenwärtigen Vertheilung der Gebirge, und da dieſe obere Schneegränze noch nicht beobachtet wurde, ſind alle auf ſie geſtützten Berechnungen unzuverläſſig.

Summe des beobachteten Maximums und des Minimums ausdrücken, doch gibt dieſe Methode ein durchaus falſches Reſultat, und ihr iſt weitaus diejenige vorzuziehen, nach der die Jahrestemperatur aus dem arithmetiſchen Mittel aller Tageswärmen gewonnen wird; doch fragt es ſich auch hier wieder, wie letztere zu finden ſei. Das beſte Mittel wäre, wenn man fortwährend beobachten würde, allein dieſes iſt, wie leicht zu ſehen, nicht möglich, und ſelbſt ſtündliche Beobachtungen ſind nur an ſehr wenigen Orten ausführbar. Iſt es mithin nothwendig, ſich auf eine geringere Anzahl von Beobachtungen zu beſchränken, ſo kommt ſehr viel auf die Stunden an, welche hierzu ausgewählt werden, denn das Mittel von Beobachtungen, die nur in der warmen Tageszeit angeſtellt ſind, würde ein zu hohes, das der kalten Zeit ein zu niedriges werden.

Betrachtet man den Gang der Wärme an einem heiteren Tage, an welchem die ſtörenden Wirkungen der Wolken fehlen, ſo zeigt ſich, daß das Thermometer von Sonnenaufgang an ſteigt. Dieſes Steigen iſt um 9 Uhr am raſcheſten, wird nach und nach langſamer und hört etwa um 2 Uhr auf, worauf ein Sinken folgt, das zuerſt langſamer iſt, dann bis Sonnenuntergang ſchneller wird, und von da bis zum nächſten Sonnenaufgang ſich verringert, an welchem Zeitpunkte das Steigen wieder beginnt.

Humboldt beſpricht dreierlei Arten das Tagesmittel zu erhalten: 1) Man beobachtet dreimal des Tages, bei Sonnenaufgang und Untergang und um 2 Uhr Nachmittags. 2) Man beobachtet in 2 Epochen des Tages, von denen man vorausſetzt, daß ſie die des Maximums und des Minimums ſind, nämlich bei Sonnenaufgang und um 2 Uhr Nachmittags. 3) Man beobachtet des Tages einmal zu einer Stunde, von der man in den verſchiedenen Jahreszeiten gefunden hat, daß ſie die mittlere Temperatur des Tages ausdrückt.

Hat man 3 Beobachtungsſtunden, ſo muß nach Humboldt die Zwiſchenzeit beſtimmt werden; man ſucht das Mittel zweier auf einander folgenden Beobachtungen und nimmt an, die Wärme ſei während der ganzen inzwiſchen verfloſſenen Zeit dieſem Mittel gleich geweſen. Dieſe Regel wäre ganz genau, wenn die Abnahme der Wärme oder ihr Wachſen regelmäßig der Zeit proportionel wäre, da aber dieſes, wie aus obiger Darſtellung des Ganges erhellt, nicht der Fall iſt, ſo iſt die Norm nicht ganz richtig; doch weicht ſie von der Wahrheit nicht bedeutend ab. Sind z. B. die Beobachtungen gegeben, 4^h Morgens 8^0, 2^h Nachmittags 13^0, 11^h Abends 10^0 und 4^h des andern Morgens wieder 8^0, ſo iſt anzunehmen, als habe die Wärme von Morgens 4^h bis 2^h Nachmittags alſo in 10 Stunden regelmäßig zugenommen. Das

Mittel beträgt dann für die ganze Dauer von 10 Stunden in jeder $10^0,5$, in allen 105^0. In gleicher Weiſe ergeben ſich für die Zeit von 2^h bis 11^h $103^0,5$ von 11^h bis wieder Morgens 4^h 45^0. Die ganze Summe $105 + 103,5 + 45$ dividirt durch die Zahl der Stunden, alſo 24, gibt $10^0,5$ als die Mittelwärme des ganzen Tages. Sind unter den Beobachtungen nicht das Maximum und das Minimum, ſo iſt das berechnete Mittel unrichtig, weil der zwiſchen den 2 Beobachtungsſtunden, innerhalb deren der Wendepunkt fällt, berechnete Durchſchnitt zu niedrig oder zu hoch iſt. Nimmt man das arithmetiſche Mittel von Maximum und Minimum, ſo geben obige Beobachtungen ebenfalls $10^0,5$.

Beobachtet man nur Maximum und Minimum, ſo kann man, wie vorhin aus 3 Beobachtungen, unter Berückſichtigung der inzwiſchen verfloſſenen Zeit die mittlere Wärme berechnen; da aber das Maximum faſt ganz conſtant um 2^h Nachmittags iſt, der niedrigſte Thermometerſtand dagegen je nach dem Sonnenaufgang ſich ändert, ſo entſtehen Differenzen, die jedoch nie bedeutend werden und ſich mit der Zeit ausgleichen. Eine andere ſich mit der Zeit ebenfalls ausgleichende Unrichtigkeit ergibt ſich, wenn auf einen warmen Tag ein kalter und umgekehrt folgt; man ſollte eigentlich je ein Maximum und Minimum zu dem ihm vorausgehenden und dem ihm nachfolgenden Minimum und Maximum addiren und den vierten Theil der Summe beider Reſultate als mittlere Tageswärme ſetzen, doch ſind die Abweichungen im Laufe mehrerer Tage nur unbedeutend, wenn man auch nur je ein Maximum mit nur einem Minimum verbindet.

Das arithmetiſche Mittel der Temperaturen der Tage eines Jahres gibt die Jahreswärme, das Mittel mehrerer Jahreswärmen die mittlere Temperatur eines Ortes.

Wenn man an einem in der Nähe des Aequators befindlichen, am Meeresniveau gelegenen Orte die mittlere Wärme beſtimmt und im gleichen Meridian gegen den entſprechenden Pol hingehend das gleiche Verfahren wiederholt, ſo wird die Wärme fortwährend niedriger werden, oder man würde, wenn man etwa den durch die Mitte von Sibirien gehenden Meridian wählen ſollte, die Temperatur bis zu einem gewiſſen Punkte ſinken und dann wieder ſteigen ſehen. Beſchränkt man ſich auf die nördliche Hemiſphäre, ſo wird man finden, daß im Innern von Sibirien und im Nordweſten von Amerika 2 Punkte niedrigſter Jahreswärme ſind, von denen aus die Temperatur um ſo mehr ſteigt, je größer die Entfernung von beiden Punkten, den ſogenannten Kältepolen, iſt. Dieſes Anwachſen der Wärme geſchieht, ſolange man ſich nicht über das Meeresniveau erhebt, oder die

allenfallſige Temperaturcorrection nach der Höhe nicht außer Acht läßt, nicht ſprungweiſe, ſondern geht ganz allmälig von der niedrigſten zur höchſten beobachteten Temperatur vor ſich, und iſt nicht etwa da und dort durch Abnahmen unterbrochen. Hieraus folgt, daß es rings um einen Kältepol herum auf einander folgende Punkte geben muß, die eine gleiche Jahreswärme beſitzen, und die, wenn man ſie unter einander verbindet, eine in ſich geſchloſſene Curve geben. Dieſe Curven, welche lauter Punkte von gleicher Wärme verbinden, nannte Humboldt Iſothermen. Die den beiden Kältepolen zunächſt gelegenen Curven ſind zuerſt von einander getrennt, ſo daß wir für dieſelbe Temperatur in einer Hemiſphäre 2 geſonderte Ringe haben; da dieſelben ſich aber immer weiter von dem Pole entfernen, ſo gehen ſie endlich in einander über und von da an beſitzen wir nur je eine Curve für jede Temperatur. Das Geſetz, nach dem die Curven geſtaltet ſind, iſt wie bereits erwähnt, ein äußerſt verwickeltes, und weil es der Mathematik noch nicht gelungen iſt, die Temperatur eines Ortes von gegebener Länge und Breite a priori feſtzuſtellen, ergibt ſich die Nothwendigkeit, andere Mittel zu ſuchen, um einen Ueberblick über die Art der Wärmevertheilung über die Erde zu erlangen.

Die magnetiſchen Erſcheinungen bieten eine ähnliche Complication der Verhältniſſe, und darum hat Halley bereits vor anderhalb Jahrhunderten ſeine Zuflucht dazu ergriffen, auf einer Landkarte alle diejenigen Punkte zu Iſogonen zu vereinen, an denen der Winkel zwiſchen dem magnetiſchen Meridian und dem aſtronomiſchen derſelbe war. Daſſelbe Verfahren adoptirte Humboldt in ſeiner oben genannten Abhandlung für die Wärme und er hat der Wiſſenſchaft darum einen großen Dienſt geleiſtet, weil man erſt durch ihn einen deutlichen Ueberblick über die Temperaturverhältniſſe der Erde gewinnen konnte. Die graphiſche Darſtellung von ſich ändernden Erſcheinungen hat nämlich beſonders dann, wenn man mit der reinen Mathematik nicht ausreicht, außerordentliche Vorzüge. So z. B. iſt es der Mathematik durchaus unmöglich, eine Formel aufzuſtellen, nach der ſich angeben ließe, wo auf der Erdoberfläche Meer, wo Land ſei, und es muß der jeweiligen Beobachtung anheim geſtellt ſein, die Geſtalt des Landes erſt zu beſtimmen. Man könnte nun für verſchiedene, Punkte die auf dem Lande ſind, die geographiſche Lage beſtimmen, könnte angeben, wie weit ſie vom Meere entfernt ſind, und es würden ſo Tabellen entſtehen, aus denen man auf die Geſtaltung des Landes ſchließen könnte. Dieſer Fall würde etwa den Tafeln entſprechen, welche man über die mittlere Wärme verſchiedener Orte beſitzt, und die zwar manchen Nutzen gewähren, aber über die Wärmevertheilung

kein klares Licht werfen. Nimmt man aber ſtatt des Längen- und Breitenverzeichniſſes verſchiedener Orte eine graphiſche Darſtellung als Landkarte, ſo gewinnt man alsbald einen Ueberblick, und was die Landkarte in Beziehung auf die Lage, das leiſten die Iſothermen in Beziehung auf die Wärme eines Ortes. Wie die auf der Landkarte verzeichnete Gränze zwiſchen Land und Waſſer ſtets eine in ſich ſelbſt zurücklaufende (geſchloſſene) Curve ſein muß, ſo muß dieſes auch bei den Iſothermen der Fall ſein. Dem großen Vortheile der Iſothermen iſt es vorzugsweiſe zu danken, daß es Humboldt gelungen iſt, ein klares Bild von der Vertheilung der Wärme über die ganze Erde zu entwerfen, und ſeine Darſtellung, deren Hauptſätze im Nachfolgenden wieder gegeben werden ſollen, iſt daher die erſte, die wir über dieſen Gegenſtand beſitzen. Seitdem Humboldt die erſten Iſothermen entwarf, ſind die Beobachtungen vieler Stationen bekannt geworden, und die Richtungen der Iſothermen haben in der Folge manche Aenderungen und Erweiterungen erfahren, da dem Begründer viele Anhaltspunkte fehlten; nichts deſtoweniger beſtehen ſie in ihren Umriſſen noch heute, und Humboldt hat der Entwickelung unſerer Erfahrungen über dieſen Gegenſtand die Bahn gebrochen, hat aber auch, wie ich im nächſten Abſchnitte zeigen werde, ſpäter noch zu der Ausbildung des Gegenſtandes beigetragen.

Geht man von der Gegend des Aequators, welch letzteren Mittelwärme Humboldt zu 27°, 5C angibt (Kirwan hatte die Zahl einen Grad höher geſetzt, Atkinſon zu 29°,2, Brewſter zu 28°,2[1]), gegen den Nordpol zu, ſo ſind ſich die Iſothermen ziemlich parallel, d. h. die Temperatur nimmt mit wachſender Breite in allen Meridianen nahezu gleichmäßig ab, dann aber zeigt ſich bei der Vergleichung von Europa und Oſtamerika, daß dieſe Curven in Amerika dichter liegen, daß man alſo dort weniger weit nach Norden gehen muß, um eine beſtimmte Temperaturabnahme zu beobachten, als auf der europäiſchen Seite des Oceans. Die Iſothermen liegen nun dem Aequator nicht mehr parallel, ſie wenden ſich von Amerika aus gegen Norden, und ein nördlicher Punkt in Europa hat dieſelbe mittlere Jahreswärme als ein in Amerika ſüdlicher gelegener. Dieſe Differenz wird um ſo größer, je weiter man nach Norden geht, denn während die Wärme bis zum 20. Grade der Breite auf beiden Seiten um 2 Grade abnimmt, iſt ſie im 30. Grade im Oſten um 6, im Weſten um 8 Celſiusgrade, unter dem 60. Breitegrade dagegen im alten Continente um 22,5, im neuen um 31,4 niedriger als

1) Humboldt in Ann. ch. ph. XXXIII.

unter dem Gleicher. Von 2 Punkten, die in 60° n. B., der eine in Europa, der andere in Amerika sind, ist letzterer um 8°,9 kälter als ersterer. Die Zone, in welcher die Wärme bei gleichem Vorschreiten gegen Norden am meisten abnimmt, liegt nach Humboldt in der alten und neuen Welt zwischen den Parallelkreisen von 40° und 45°. Dieser Umstand, sagt er, mußte günstig auf die Gesittung und den Kunstfleiß der Völker einwirken, welche die dem mittlern Parallel benachbarten Länder bewohnen. Es ist dieses die Stelle, wo das Gebiet des Weinbaues sich mit dem des Oelbaumes und des Citrus berührt. Nirgends sonst sieht man auf dem Erdboden, wenn man von Norden nach Süden vordringt, die Temperatur bedeutender zunehmen, nirgends auch folgen die Erzeugnisse des Pflanzenreichs und die mannichfachen Gegenstände des Ackerbaues mit mehr Schnelligkeit auf einander. Eine bedeutende Verschiedenheit in den Erzeugnissen zusammengränzender Länder belebt aber den Handel und vermehrt die Industrie der ackerbauenden Völker.

Geht man von den atlantischen Ländern des neuen Continents nach Westen, so bleiben bis in's Thal des Mississippi die Isothermen dem Aequator ziemlich parallel, die mittlere Jahreswärme ändert sich daher nicht merklich, wenn man auf demselben Parallelkreise bleibt, wohl aber geschieht dieses, wenn man, das Felsengebirge überschreitend, bis an die Ostküste des großen Oceans vordringt, denn dort ziehen die Isothermen wieder gegen Norden, und ein Ort an der Küste von Westamerika ist nicht viel von einem unter gleicher Breite liegenden europäischen verschieden. Die Isothermen gehen daher in Ostamerika gegen Süden, und weil sie gegen Europa hin wieder nordwärts ziehen, zeigen sie eine gegen Norden concave Krümmung. Geht man dagegen von Westeuropa nach Osten, so zeigt sich hier im alten Continente eine dem Verhalten im neuen ganz analoge Senkung der Isothermen, und diese haben in Europa eine gegen Norden convexe Krümmung, weil aber die mittleren Isothermen um die ganze Erde herumgehend alle Meridiane schneiden, muß zwischen dem Westen von Amerika und Ostasien eine gegen Norden convexe Krümmung, zwischen diesem und Europa eine nach Norden concave Einbiegung sein, so daß die Curven zweimal gegen Norden sich heben, an den Westküsten der beiden Continente, und zweimal gegen Süden, im Innern derselben.

„Wir haben bisher gefunden, sagt Humboldt[1], daß die isothermen Linien gegen Norden weder dem Aequator noch gegen einander parallel sind,

1) Kleinere Schriften 243.

und eben wegen dieſes Mangels an Parallelismus haben wir, um die Ueberſicht ſo verwickelter Erſcheinungen zu vereinfachen, um die ganze Erdkugel herum die Punkte aufgeſucht, welche die Curven gleicher Wärme durchſchneiden. Die Lage der Linie 0° wirkt nach dieſen Vorſtellungen wie der magnetiſche Aequator, deſſen Inflexionen in der Südſee auf die magnetiſchen Neigungen in großen Erſtreckungen einwirken. Man könnte ſogar glauben, daß in der Vertheilung der Klimate die Linie 0° die Lage der Curve der größten Wärme, welche ſo zu ſagen der iſotherme Aequator iſt, beſtimme, und daß in Amerika und Aſien unter 80° weſtl. und 100° öſtl. Länge die heiße Zone gleichſam mehr ſüdlich vom Wendekreiſe des Krebſes anfange, oder dort weniger intenſive Hitze zeige. Eine aufmerkſame Prüfung der Erſcheinungen lehrt aber, daß dem nicht ſo iſt. Ueberall wo man ſich der heißen Zone unterhalb des 30. Breitengrades nähert, werden die iſothermen Linien allmälig unter einander und mit dem Erdäquator parallel. Die große Kälte von Canada und Sibirien erſtreckt ihre Wirkung nicht bis in die Aequatorialebene."

Die Punkte, auf welchen die mittlere Jahreswärme dieſelbe iſt, können ſich in Beziehung auf die Reihenfolge ihres klimatiſchen Wechſels, trotz der gleichen mittleren Jahreswärme, bedeutend von einander unterſcheiden, und der Unterſchied zwiſchen den beiden extremen Jahreszeiten Sommer und Winter wechſelt nicht nur von einer Iſotherme zur anderen, ſondern iſt auch innerhalb der nämlichen Iſotherme verſchieden. Während in der Iſotherme von 20° der Sommer im Mittel eine Wärme von 25°,5, der Winter von 13°,5 hat, ſo daß zwiſchen beiden Jahreszeiten ein Unterſchied von 12 Graden beſteht, beſitzt in der Iſotherme von 0° der Sommer 11°,5, der Winter −10° und beide Epochen differiren daher um 21°,5. Die zwiſchenliegenden Iſothermen reihen ſich zwiſchen die beiden genannten ein. Es iſt aber in der Iſotherme von 20° die Sommerwärme nicht allenthalben 25°,5 es ſchwankt dieſelbe vielmehr zwiſchen 22 und 27 Graden, die Winterwärme dagegen zwiſchen 12 und 15. In der Iſotherme von 0° ſchwanken die Sommer zwiſchen 11° und 12°, die Winter dagegen zwiſchen —16° und —4° Betrachtet man die Winterwärme irgend eines Punktes eines beliebigen Längengrades, ſo wird man in den Meridianen öſtlich und weſtlich davon dieſelbe Temperatur des Winters wieder antreffen müſſen, doch wird im Allgemeinen dieſer correſpondirende Punkt ſich weder in derſelben Breite noch auf derſelben Iſotherme befinden. Daſſelbe muß bei den Sommerwärmen der Fall ſein. Die Verbindung dieſer Punkte führte Humboldt auf die Beſtimmung der Iſotheren und Iſochimenen, der Linien gleicher

Sommer- und der gleicher Winterwärme. Die Beobachtung der Wintertemperatur verſchiedener europäiſcher Punkte zeigt eine große Abweichung der Iſochimenen von den Iſothermen, und auch von den Parallelkreiſen. Auf der Inſel Mageröe am Nordende von Europa iſt die Iſotherme von 0°, in Petersburg die von 3°,5. Die Iſotherme von 0° geht mithin in ihrer Verlängerung nach Oſten nördlich von Petersburg vorüber; dagegen iſt die Winterwärme von Mageröe um 4° höher als die von Petersburg, und die Iſochimene von Mageröe führt daher in ihrer öſtlichen Verlängerung ſüdlich von Petersburg vorüber. Während die Iſochimenen, wenn man ſie von der Weſtküſte von Europa gegen Oſten verfolgt, ſich mehr ſüdlich wenden als die Iſothermen, beobachten die Iſotheren das entgegengeſetzte Verhalten, und die Folge davon iſt, daß, je weiter wir uns von der atlantiſchen Küſte entfernen, um ſo größer die Differenz der beiden entgegengeſetzten Jahreszeiten ſein müſſe. Die Punkte, an welchen die Verſchiedenheit von Sommer und Winter weniger bedeutend ſind, liegen im Allgemeinen in der Nähe der Küſte, die Gegenden mit großen Differenzen ſind im Innern der Continente, und darauf gründete Humboldt den Unterſchied zwiſchen Küſten- oder Inſel- und Continentklima.

„Die Unterſchiede unter den Jahreszeiten, ſagt Humboldt,[1] ſind weniger groß den convexen Scheiteln der iſothermen Curven nahe, da wo dieſe Curven ſich gegen den Nordpol erheben, als an den concaven Scheiteln. Dieſelben Urſachen, welche auf die Erhebung oder die größere Krümmung der iſothermen Linien Einfluß üben, ſtreben auch die Temperaturen der Jahreszeiten gleicher zu machen. Ganz Europa, wenn man es mit den öſtlichen Theilen von Amerika und Aſien vergleicht, hat ein Inſelklima, und auf gleicher iſothermer Linie werden in dem Maaße die Sommer heißer und die Winter kälter, als man vom Meridian des Montblanc nach Oſten oder Weſten vorſchreitet. Europa kann als die weſtliche Verlängerung des alten Continents angeſehen werden, und die weſtlichen Theile aller Feſtländer ſind nicht nur in gleichen geographiſchen Breiten wärmer als die öſtlichen, ſondern es ſind ſelbſt in den Zonen gleicher Jahrestemperatur auf den Oſtküſten beider Continente die Winter ſtrenger und die Sommer heißer als auf den Weſtküſten. Der nördliche Theil China's wie die atlantiſche Küſtenzone der vereinigten Staaten zeigt übermäßigte Klimate, ſtark abſtechende Jahreszeiten, während die Küſten von Neucalifornien und die Mündung des Columbia beinahe gleich gemäßigte Sommer und Winter haben. Die Witterungsbe-

1) Kleinere Schriften 251.

ſchaffenheit dieſer Nordweſtgegenden gleicht bis zum Parallelkreiſe von 29—52° der von Europa, und ohne die großen Umwälzungen unſeres Geſchlechts einzig und allein dem Einfluſſe der Klimate zuſchreiben zu wollen, kann man doch behaupten, daß der ſich kund gebende Unterſchied zwiſchen den Oſt- und Weſtküſten der Continente die alte Civiliſation der Amerikaner im Weſten begünſtigt, ihre Wanderungen gegen Süden und jene Verbindungen mit Oſtaſien erleichtert habe, die ſich in Denkmälern, religiöſen Sagen und Jahreseintheilung offenbaren. Wenn man zwei Witterungsſyſteme, die concaven und convexen Scheitel derſelben iſothermen Linien vergleicht, ſo findet man in Newyork einen Sommer gleich dem in Rom, und einen Winter wie in Kopenhagen, zu Quebeck einen Pariſer Sommer und einen Petersburger Winter. In China, z. B. in Peking, wo die mittlere Jahrestemperatur die der bretagniſchen Küſten iſt, ſind die Sommer heißer als in Cairo und die Winter ſo ſtreng wie in Upſala."

Indem die mittlere Jahrestemperatur einem Viertel der thermiſchen Summe aus der Winter-, Frühlings-, Sommer- und Herbſtwärme gleich iſt, werden wir auf einer und derſelben iſothermen Linie von 12° haben:

im concaven Scheitel in Amerika (77° w. L. v. Paris)

$$12° = \frac{0° + 11°,3 + 24°,2 + 12°,5}{4};$$

am convexen Scheitel in Europa (im Pariſer Meridian)

$$12° = \frac{4°,5 + 11° + 20°,2 + 12°,3}{4};$$

im concaven Scheitel in Aſien (140° öſtl. L. v. Paris)

$$12° = \frac{4° + 12°,6 + 27° + 12°,4}{4};$$

Wenn ſich die kalte Jahreszeit in die warme umändert, ſo ſteigt die Temperatur; ſie ſteigt aber am meiſten in den Monaten des Frühlings, nimmt dagegen wieder im Herbſte am meiſten ab. Daher iſt der Gang, den die Wärme im Laufe des Jahres verfolgt, durchaus kein gleichmäßiger, denn die größte Aenderung iſt in denjenigen Epochen, welche das Mittel zwiſchen den beiden Extremen halten, und daher auch als die Repräſentanten der mittleren Jahreswärme angeſehen werden können. Iſt die Wärme eines Ortes im Sommer über dem Jahresmittel, im Winter unter demſelben, ſo muß es in den zwiſchenliegenden Jahreszeiten Tage und Gruppen von Tagen geben, welche ſich bei nur kurzer Beobachtungsdauer zur Meſſung der mittleren Jahreswärme vorzugsweiſe eignen. Als ſolche Tage beſtimmt Humboldt für Ofen in Ungarn die Tage vom 15—20. April und vom 15—25. October;

für Mailand vom 10—15. April und 18—27. October; unter den ganzen Monaten erklärt er den October als besonders wichtig für die Angabe des Jahresmittels, da diese danach bestimmt in der Regel nicht über einen Grad fehlt. Kirwan hatte hierzu den Monat April vorgeschlagen; doch zeigte Humboldt in einer Tabelle von 30 Orten, von denen sowohl die April- und Octoberwärme als die Jahrestemperatur bekannt sind, daß die Resultate des Aprils denen des Octobers weit nachstehen, wenn auch letztere in manchen Jahren die Grenze von 1° überschreiten.

Es bleibt nun noch übrig die Frage zu erörtern, ob die im Laufe eines Jahres an einem gegebenen Orte gefundene Wärme weit von der eines andern abweichen könne. Sollte dieses der Fall sein, so wäre eine größere Reihe von Jahren nöthig, um die Wärme des Ortes zu finden, denn ein einziges gegebenes Jahr könnte weit zu warm oder zu kalt sein. In unsern Breiten beträgt der allenfallsige Fehler $^1/_6$ des Ganzen, unter den Wendekreisen $^1/_{25}$. Eine Zusammenstellung des Temperaturganges zu Paris für die Jahre 1803—1813, die sich über Jahreswärme, Winter, Sommer, Januar, August und October erstreckt, führte zu nachstehendem Resultate:

	Maximum	Minimum	Mittel
Jahr	11°,9 (1806)	9°,7 (1805)	10°,6
Winter	5°,7 (1807)	2°,2 (1805)	3°,7
Sommer	19°,9 (1807)	17°,3 (1805)	18°,1
Januar	6°,6 (1804)	−0°,8 (1810)	2°,2
August	21°,4 (1807)	17°,0 (1813)	18°,4
October	14°,2 (1811)	9°,0 (1808)	10°,4

Diese Tabelle zeigt, daß der Temperaturgang des einen Jahres von dem des andern nicht sehr verschieden ist, und daß die Mittelwärme des Octobers nur sehr wenig (um 0°,2) von der des Jahres abweicht.

Die vorhergehenden Data beziehen sich auf die Temperatur der Nordhemisphäre, und es bleibt uns nun übrig, auf die der südlichen Halbkugel überzugehen. Die Seefahrten, die man seit dem sechzehnten Jahrhundert dorthin unternahm, und besonders die Entdeckungsreisen, welche Cook im vorigen Jahrhundert in den Südgegenden machte, haben insgesammt das Resultat geliefert, daß die Wärme der jenseitigen Breiten hinter der der entsprechenden unserer Halbkugel weit zurückbleibt. Im südlichen Feuerlande

unter einer Breite, die auf unſerer Hemiſphäre der des ſüdlichen Schwedens entſpricht, iſt bereits das ganze Land ſelbſt im Hochſommer mit Schnee bedeckt, und dichte Maſſen von Eis umgeben den ſüdlichen Pol in viel weiterem Umkreiſe als den nördlichen. Im vorigen Jahrhundert ſollen M'Callan (1751), Wilſon (1754) und Steffens (1754) bis 83½°—84° nördl. Breite gekommen ſein, während es Cook (1774) ſüdweſtlich vom Cap Horn nicht gelang, weiter als 71°15′ vorzudringen.[1] Da die Richtigkeit dieſer Thatſache nicht geleugnet werden konnte, ſuchte ſie Aepinus dadurch zu erklären, daß die Erde, weil ſie nicht in einem Kreiſe, ſondern in einer Ellipſe um die Sonne geht, nicht an allen Theilen ihrer Bahn gleich ſchnell wandert, weßhalb gegenwärtig unſer Sommer länger dauert als der Winter, während auf der Südhalbkugel der entgegengeſetzte Fall eintritt. Sommer und Frühling ſind jetzt zuſammen um 7 Tage 18 Stunden länger, jenſeits kürzer als Herbſt und Winter. Aus dieſer verſchiedenen Dauer der Jahreszeiten glaubte Aepinus auch die verſchiedene Wärme der beiden Halbkugeln ableiten zu können; allein Lambert hat bewieſen, daß, wenn auch unſer Sommer länger iſt als der jenſeitige, aus dem Grunde, daß in unſerem Sommer die Erde weiter von der Sonne entfernt iſt als im jenſeitigen, die Differenz der Summe von Sonnenſtrahlen, welche je eine Halbkugel im Laufe des ganzen Jahres bekommt, ſich vollkommen aufhebt, ſo daß alſo der Grund der beobachteten Wärmeunterſchiede nicht in der Sonne und der Bahn der Erde, ſondern in der phyſiſchen Beſchiedenheit der beiden Hemiſphären geſucht werden muß.

Kirwan machte darauf aufmerkſam, daß faſt ſämmtliche Reiſen in die Gegenden von hoher ſüdlicher Breite in der dortigen warmen Jahreszeit, alſo unſerm Winter, gemacht wurden, daß man aber aus der Temperatur einer extremen Jahreszeit nicht auf die der andern, und ebenſowenig auf die des ganzen Jahres ſchließen könne, und wenn auch die Sommer der Südhalbkugel nur eine ſehr geringe Wärme haben, ſo ſeien dafür die Winter um ſo milder. Er vergleicht hierauf die beobachteten Temperaturen für gleiche Breiten beider Hemiſphären, und findet, daß zwar die Nordhalbe der des Südens etwas überlegen iſt, daß aber dieſe höhere Wärme nicht ſo bedeutend iſt, als man glauben ſollte. Er glaubt, daß bis zum 40. Breite-

1) Seitdem iſt es Roß gelungen, am 12. Febr. 1841 bis 77°31 ſ. B. zu kommen; in dieſem Jahrhundert hat kein Nordpolfahrer die hohen Breiten erreicht, die oben angegeben ſind. Scoresby kam 1806 bis 81°50′, Parry auf Schlitten, alſo bereits auf dem Eiſe, 1827 bis 82°45′.

grade die Wärme der ſüdlichen Halbkugel zu der der nördlichen ſich verhalte wie 13,5 zu 14, von da bis zum 50. Grade wie 9 zu 11.

Dieſer Anſicht iſt auch Humboldt. Er ſagt:[1] „Die ſüdliche Halbkugel empfängt dieſelbe Lichtmenge, aber die Anhäufung der Wärme iſt auf ihr geringer, wegen der während eines längeren Winters vor ſich gehenden Ausſtrömung ſtrahlender Wärme. Da dieſe Hemiſphäre überdieß großentheils von Waſſer eingenommen iſt, ſo haben die pyramidalen Endſpitzen der Continente in ihr das Inſelklima. Auf Sommer von ſehr niedriger Temperatur folgen bis zum 50. Grade ſüdlicher Breite wenig ſtrenge Winter; auch dringen die Pflanzenformen der heißen Zone, baumartige Farrenkräuter und paraſitiſche Orchideen im Süden bis zu 38° und 42° Breite vor. Die geringe Ausdehnung der Länder auf der ſüdlichen Halbkugel trägt nicht nur dazu bei, die Jahreszeiten gleich zu machen, ſondern auch dazu, die Jahrestemperatur dieſes Theiles des Erdkörpers abſolut zu vermindern. Ich bin der Meinung, daß dieſe Urſache weit wirkſamer iſt, als die von der geringen Excentricität der planetariſchen Bahn hergenommene. Die Continente ſtrahlen während des Sommers mehr Wärme aus als die Meere, und die aufſteigende Strömung, welche die Luft der äquinoctialen und gemäßigten Zonen nach den Gegenden um den Pol (Circumpolargegenden) führt, wirkt in der ſüdlichen Hemiſphäre weniger ein als in der nördlichen. Auch ſehen wir jenes Eislager, das den Pol bis gegen den 71. und 68. Grad ſüdlicher Breite umgibt, überall da mehr gegen den Aequator vorrücken, wo es eine offene See findet, d. h., wo die pyramidalen Enden der großen Continente ihm nicht entgegen liegen. Man hat Grund zu glauben, daß dieſer Mangel von Feſtland eine noch viel bedeutendere Wirkung hervorbringen würde, wenn die Vertheilung der Continente eben ſo ungleich in den Aequatorialgegenden als in den gemäßigten Zonen wäre.“

In niedrigen Breiten iſt die Wärmedifferenz zwiſchen Süd und Nord ſehr unbedeutend, ſie macht ſich erſt bemerkbar, wenn man den Wendekreis überſchreitet. Die Iſothermen des Südens ſind zum Unterſchiede von denen der Nordhalbkugel wenig oder gar nicht gekrümmt, und daher haben auch alle Orte von derſelben Breite faſt die nämliche Temperatur, ihre Länge mag ſein, welche immer ſie wolle. Die Schneegränze iſt allerdings in der Südhalbkugel im Allgemeinen tiefer als im Norden und kommt ſchon in einer Breite zur Meeresfläche herab, in der nördlich vom Aequator noch ganz blühende Länder ſind; allein dieſes hängt weniger von der mittleren Jahres-

1) Kleinere Schriften S. 289.

wärme ab, als von der Temperatur des Sommers. Je kälter der Winter iſt, um ſo weniger kann in demſelben Schnee fallen, da die Menge der in der Luft befindlichen Feuchtigkeit von deren Temperatur abhängig iſt. Iſt in einem Lande der Winter kalt, der Sommer heiß, ſo wird in letzterem der geringe Schnee bald weggeſchmolzen ſein, während die entgegengeſetzte Urſache die entgegengeſetzte Folge hat.

Die Paſſatwinde ſind ein Phänomen, das von der Verſchiedenheit der Luftwärme verſchiedener Breiten abhängt, ſie bilden einen Theil der über die ganze Erde verbreiteten Strömung, welche in der Luft wahrgenommen wird, und es muß dieſes Zuſammenhanges wegen die Wärme der beiden Halbkugeln ſich in der Lage der Zone abſpiegeln, in der wir die Paſſate beobachten. Die Luft ſtrömt von beiden Polen aus gegen diejenige Stelle der Erde hin, an der es am wärmſten iſt, alſo in die Gegend des Aequators, und ſteigt dort angelangt in die Höhe. Iſt dieſe Stelle z. B. nördlich vom Aequator, ſo wird ein Ort unter beliebiger Breite ſich in einer beſtimmten Entfernung davon befinden, die kleiner iſt als die von dem Aequator, während ein ſüdlich unter der entſprechenden Breite gelegener Ort weiter von der warmen Zone entfernt und daher im Allgemeinen kälter ſein wird. Der Ort, wo die Luft in die Höhe ſteigt, iſt diejenige Stelle, an welcher Südoſt- und Nordoſtpaſſat ſich begränzen, dieſe Gränze iſt nördlich vom Aequator und alſo auch die Südhalbkugel kälter als die nördliche. Aus dem Umſtande, daß die Gränze der Paſſate im atlantiſchen Ocean weit mehr nördlich iſt, als in der Südſee, ſchließt Humboldt, daß in einem zwiſchen dem 130°. und 150°. weſtl. L.v. Paris eingeſchloſſenen Raume, alſo in der Südſee, der Temperaturunterſchied zwiſchen beiden Hemiſphären weniger groß ſei als zwiſchen 20° und 50° Länge. Es ſtimmt dieſes auch wieder mit dem oben angegebenen Satze Humboldt's überein, nach dem der Mangel von Land auf der Südhalbkugel die Urſache von deren geringerer Wärme iſt, denn an jener Stelle, wo die Differenz in der Wärme der beiden Halbkugeln geringer iſt, findet man (im großen Ocean) ſowohl ſüdlich als nördlich vom Aequator faſt gleichmäßig Waſſer.

Auch die über dem Meere befindliche Luft hat Humboldt bei ſeiner Unterſuchung nicht vergeſſen.

„Die niederen Schichten der Atmoſphäre," ſagt er, „welche auf der oceaniſchen Oberfläche der Erde ruhen, empfangen den Einfluß der Temperatur der Waſſer. Das Meer ſtrahlt weniger eingeſogene Wärme aus als die Continente; es kühlt die auf der Meeresfläche ruhende Luft durch die Wirkung der Verdampfung ab, es entſendet die erkalteten und ſchwerer gewordenen

Waſſertheilchen gegen den Boden; es wird erwärmt oder es erkaltet durch die vom Aequator gegen die Pole gerichteten Strömungen, oder durch die Vermiſchung der obern und untern Schichten an den Abhängen der Sandbänke. In Folge der Vereinigung dieſer verſchiedenartigen Urſachen ſind zwiſchen den Wendekreiſen und vielleicht bis zum 30°. der Breite die Mitteltemperaturen der überſeeiſchen (ſupermarinen) Luft 2—3 Grade niedriger als die der Continentalluft. Unter hohen Breiten dagegen, in Himmelsſtrichen, wo die Atmoſphäre im Winter tief unter den Gefrierpunkt erkaltet, erheben ſich die iſothermen Linien gegen die Pole und werden convex, wenn ſie von den Continenten über die Meere hingehen."

Hiernach iſt alſo die ſupermarine Luft bald kälter, bald wärmer als die über den Continenten; das Waſſer des Oceans ſelbſt fand Humboldt bei den Gallopagosinſeln zu 29°,3, im Parallel der canariſchen Inſeln ſchwankt nach L. v. Buch die Wärme des Waſſers zwiſchen 20° und 23°,8; in 46° und 50° Breite hat der atlantiſche Ocean in der Nähe von Europa nach Humboldt 20° und 5°,5 und in 63°—70° Breite 0° bis —1°,0. Allenthalben ſind die Schwankungen der Waſſerwärme kleiner als die Wechſel in der Temperatur der darüber ſtehenden Luft.

Die Wärme der Luft ändert ſich nicht allein, wenn man einen gegebenen Beobachtungsort in horizontaler Richtung verläßt, ihn alſo mit einem neben ihm liegenden vertauſcht, man findet die Aenderung auch, wenn man ſeinen Standpunkt in verticaler Richtung verändert, d. i. die Temperaturverhältniſſe über einander liegender Stationen vergleicht. Steigt man in die Höhe, ſo findet man, daß die Temperatur abnimmt.

Die mit dieſem Wärmewechſel verbundenen Erſcheinungen hat Humboldt zu wiederholten Malen unterſucht, ſo in der oben erwähnten Abhandlung in den Mém. de la soc. d'Arcueil, in der Abhandlung sur la limite inférieure des neiges perpétuelles dans les montagnes de l'Himâlaya et les regions équatoriales, im Naturgemälde der Tropen und in einer Arbeit über die Strahlenbrechung, in den Observations astronomiques I.

Zur Erklärung der Temperaturverhältniſſe eines in der Höhe gelegenen Beobachtungsortes nimmt Humboldt ſeine Zuflucht zu 3 Urſachen, der Extinction des Lichtes, der ſtrahlenden Wärme und der aufſteigenden Strömung der Luft.

Verfolgt man mit Aufmerkſamkeit die Reihenfolge von Erſcheinungen, ſo ergibt ſich, daß, wenn die Sonnenſtrahlen, die die Erhöhung der Wärme verurſachen, durch die Atmoſphäre hindurchgehen, ſie zur Erwärmung der Luft beitragen müſſen. Je mehr Lufttheilchen von den Strahlen getroffen werden,

um ſo mehr davon werden erwärmt werden müſſen, und weil die Luft in der Tiefe dichter iſt als in der Höhe, ſo muß die Wirkung auch unten größer ſein, denn unten werden mehr Lufttheilchen erwärmt, weil mehr da ſind. Wenn die Sonnenſtrahlen die Luft erwärmen, ſo müſſen ſie in demſelben Maaße als ſie Wärme abgeben ſchwächer werden, wenn aber darum auch die untern Schichten weniger ſtarke Wärme erhalten, — denn ſie bekommen die Strahlen nicht mehr aus der erſten Hand, da dieſe ſchon in den oberen Schichten verloren haben, — ſo wird der Nachtheil durch die größere Menge derſelben, die in der dichten Luft aufgefangen werden, mehr als erſetzt, und die Extinction der Wärme in den Luftſchichten bedingt daher einen Temperaturunterſchied der letzteren zu Gunſten der untern Parthien. Trotzdem daß ein Theil der Sonnenwärme durch Extinction in der Luft verloren geht, kommt noch die größere Menge derſelben auf den Grund des atmoſphäriſchen Oceans und erwärmt die theils feſte, theils tropfbarflüſſige Oberfläche der Erde. Jeder warme Körper ſtrahlt nach allen Richtungen Wärme aus, und darum auch die Erde. Die von der Erdoberfläche ausgehenden Strahlen haben wieder die Luft zu paſſiren, ſie durchwandern zuerſt die dichteren, dann die dünneren Schichten derſelben und erwärmen erſtere aus dem doppelten Grunde mehr, weil dieſe dichter ſind und dem wärmeſtrahlenden Körper näher liegen. Eine Luftſchichte muß über einer Hochebene wärmer ſein, als ihre Fortſetzung jenſeits der Gränze des Plateaus, weil die erſtere dem Boden (einer Wärmequelle) näher liegt. Es bewirkt die Strahlung der Erde eine höhere Wärme der unteren Luftſchichten als der oberen. Wenn die unteren Luftſchichten wärmer werden als die oberen, ſo werden ſie ſich auszudehnen ſuchen und in die Höhe ſteigen, ein Beſtreben, das, weil es mit der größeren Erwärmung wächſt, in der Weiſe von dem Boden abhängig iſt, als die Temperatur, die dieſer unter ſonſt gleichen Umſtänden erlangt, je nach deſſen Farbe, chemiſcher Zuſammenſetzung u. ſ. w. verſchieden iſt. Die aufwärts gerichteten Strömungen der Luft ſuchen die Temperaturunterſchiede auszugleichen, ſie werden aber von ihnen hervorgerufen und müſſen mit ihnen wachſen, weshalb aus ihrer Zunahme darauf geſchloſſen werden kann, daß zwiſchen unten und oben große Wärmeunterſchiede ſeien.

Als Mittel die Abnahme der Wärme nach oben auszumitteln, gibt Humboldt[1] fünferlei an; Luftfahrten, Beſteigung von ſteilen iſolirten Bergen, Temperaturvergleichung einander nahe gelegener, aber der Höhe nach verſchiedener Punkte, Quellen- und Höhlentemperaturen, Horizontalrefractionen

1) Observations astron. I.

und die Schneegränze, welch letztere jedoch keinen ſichern Anhaltspunkt liefert, da ſie, wie bereits erwähnt, nicht in allen Breiten derſelben Jahreswärme entſpricht. Als Reſultat gibt er den Satz an, daß die Wärme unter den Tropen, ſowie auch in der gemäßigten Zone während der heißen Jahreszeit um 1° abnimmt, wenn man um 180—200 Meter in die Höhe ſteigt. Im Winter der gemäßigten Zone geht die Abnahme der Wärme langſamer vor ſich, ſo daß man bis zu 240 Meter Höhendifferenz auf 1° Wärmeunterſchied rechnen kann. [1]

Als Mittelwerthe der Wärme in verſchiedenen Höhen der Aequatorial- und der gemäßigten Zone ſtellt Humboldt folgende Tabelle auf.

Höhe		Aequatorialzone von 6°—16°		Gemäßigte Zone von 45°—47°	
in Toiſen	in Metern	Mittel-temperatur	Unter-ſchiede	Mittel-temperatur	Unter-ſchiede
0	0	27°,5	5°,7	12°	7°
500	974	21,8	3,4	5	5,2
1000	1949	18,4	4,1	— 0,2	4,6
1500	2923	14,3	7,3	— 4,8	
2000	3900	7,0	5,5		
2500	4872	1,5			

1) Die 1° Wärmeverſchiedenheit entſprechenden Höhenunterſchiede ſind in den einzelnen Stunden des Tages wie in den einzelnen Monaten des Jahres verſchieden. Sauſſure fand aus vergleichenden Beobachtungen zu Genf und auf dem Col du Géant für den Juli nachſtehende Zahlen.

	Mittag	2h	4h	6h	8h	10
Meter	149	141	143	142	144	158
	Mitternacht	2h	4h	6h	8	10h
Meter	172	190	211	196	180	161

Mittel 165,5 Meter.

Kämtz berechnete für die Alpen und die einzelnen Monate:

Januar	257m,3	Juli	148m,7
Februar	193,5	Auguſt	146,0
März	159,6	September	162,0
April	160,6	October	177,8
Mai	157,9	November	195,5
Juni	148,3	December	233,5

Mittel 172m,7

Wäre die Wärmeabnahme in der kalten Jahres- und Tageszeit ebenſo raſch als in der warmen, ſo müßten im Laufe dieſer Perioden oben dieſelben Temperaturdifferenzen zum Vorſchein kommen als unten; weil dieſes aber nicht der Fall iſt, ſo folgt, daß in der Höhe die Wärme im Laufe des Tages und Jahres weniger wechſelt als in der Ebene.

Als Werthe der Höhe der Schneegränze finden wir in der Abhandlung sur la limite inférieure des neiges etc. folgende:

Andes von Quito (1°—1° 30′ n.) 2460′
Vulcan von Puracé bei Popayan (2° 18′ n.) 2420′
Tolima (4° 46′ n.) 2380′ (?)
Nevados de Mexico (18° 59′—19° 12′) 2350′
Pic von Teneriffa (28° 17′) 1908′
Himalaya südlicher Abhang 1950′
nördlicher Abhang 2605′ [1]
Kaukasus (42°—43°) 1650′
Pyrenäen (42½°—43°) 1400′
Alpen (45¾°—46½°) 1370′
Karpathen (49° 10′) 1330′
Norwegen (61°—62°) 850′
67° 600′
70° 550′
71½° 366′

Der Umstand, daß die Wärme bei zunehmender Höhe geringer wird, ist die Ursache, daß man in einem und demselben Lande über einander die Klimate verschiedener Breiten beobachten kann. Man bekommt (in der gemäßigten Zone bis zu 1000 Metern Höhe) im Durchschnitte dieselbe Wärmeabnahme, sei es, daß man sich um 100 Meter erhebt oder um einen Breitegrad gegen den Pol hin geht, doch muß man hierbei davon absehen, daß in den niedern Breiten die Temperaturschwankungen kleiner sind als in den höhern, und man bekommt nicht dasselbe Klima, wenn man in die Höhe steigt oder gegen den Pol zu geht, sondern nur dieselbe mittlere Jahreswärme. In Südamerika findet man in den Ebenen des Orinoco den August von Rom, in Popayan (911 Toisen) den August von Paris, in Quito (1492 Toisen) den Mai, in den Paramos (1600 Toisen) den März von Paris. Unter dem 46. Breitegrade, also in den Alpen, herrscht in 2000 Meter Höhe die Mittelwärme von Lappland.

Nach Untersuchung der Wärmeverhältnisse der Luft nach Verschiedenheit der Breite und der Höhe über dem Meere, wendet sich Humboldt an die Temperatur des Bodens. Als Hauptbestimmungsmittel dieses Punktes

1) Die große Differenz zu Gunsten des Nordabhangs schreibt Humboldt der Wirkung der wärmestrahlenden Hochebene von Tibet zu.

benutzt er die Beobachtungen der Quellentemperaturen, welche er selbst, Leopold von Buch und Wahlenberg gemacht haben, und findet als Resultat, daß in der heißen Zone sowie in dem wärmeren Theile der gemäßigten die Wärme des Bodens der Mitteltemperatur der Luft nahezu gleich, in den höheren Breiten dagegen etwas höher als letztere ist. Der Umstand, daß in den erstgenannten Gegenden fast vollständige Gleichheit der beiden Wärmen stattfindet, hat auch Humboldt veranlaßt, die Temperaturen von Quellen und Höhlen unter den Mitteln aufzuzählen, welche zur Bestimmung der Luftwärme benutzt werden können. Höhere Gebirge verhalten sich rücksichtlich ihrer Wärme wie höhere Breiten, und die Ursache ihrer im Vergleiche mit der umgebenden Luft größeren Wärme ist darin zu suchen, daß während der kalten Jahreszeit die dichte Schneedecke den Boden vor zu großer Abkühlung schützt, während im Sommer, wo der Schnee entfernt ist, die Sonnenstrahlen frei auf den Boden wirken können.

Während Humboldt sich, wie die vorstehenden Notizen zeigen, in der Arbeit über die Isothermen zunächst damit beschäftigt, die Vertheilung der Wärme über die Erdoberfläche darzustellen und einen Ueberblick dieses Verhältnisses zu ermöglichen, ist er 10 Jahre später weiter gegangen, und hat seine Aufmerksamkeit auf die Ursachen gerichtet, die der nach und nach in ihren Umrissen bekannt gewordenen verschiedenartigen Temperaturvertheilung zu Grunde liegen. Seine betreffenden Untersuchungen sind in der Abhandlung: „Ueber die Hauptursachen der Temperaturverschiedenheit auf dem Erdkörper" niedergelegt.

In dieser Abhandlung weist er darauf hin, daß bei dem weit vorgeschrittenen Zustande von Abkühlung, in dem sich unsere Erde bereits befindet die Verschiedenheit der Klimate nicht von unausgefüllten Klüften der Erdrinde u. dergl. sondern von der jeweiligen Stellung eines gegebenen Ortes gegen die Wärme spendende Sonne herrühren könne. Höhe der Sonne und Dauer des Tages bedingen die Höhe der Wärme.

Die Stellung eines Punktes der Erdoberfläche zur Sonne ist allerdings von hoher Bedeutung für seine Wärme; wenn man aber diese Stellung allein berücksichtigt, so kann man nie darauf kommen die Ursache der in den verschiedenen Längengraden abwechselnden Temperaturen zu finden, und man käme zu einem Resultate, wie sie etwa oben als von Halley und Mairan erhalten angegeben wurden. Humboldt sucht daher die Ursache auf, warum die westlichen Theile der Continente wärmer sind, als ihre

öſtlichen. Dieſe Urſache findet er in dem Vorherrſchen der Weſtwinde in den gemäßigten und kalten Himmelsſtrichen. Die Weſtwinde führen nämlich dieſelbe Luft mit ſich, die von den Paſſaten gegen den Aequator geführt wurde, und die Rotation der Erde bringt ebenſo der vom Aequator zurückkehrenden Luft eine Richtung von Weſt nach Oſt bei, als ſie die hingehende auf entgegengeſetzte Weiſe umbog. Die vom Aequator kommende Luft iſt aber warm und das Land, das von ihr zuerſt getroffen wird, muß daher mehr erwärmt werden, als ein zweites, zu dem ſie erſt kommt, wenn ſie erſteres verlaſſen, denn ſie hat ja einen Theil ihrer Wärme bereits in dieſem abgeſetzt. Von der im Verhältniß zur geographiſchen Breite ſo ſehr erhöhten Wärme Europa's ſagt er S. 311: „Unſer Europa verdankt ein milderes Klima ſeiner Erdſtellung (ſeinem Poſitions-Verhältniſſe gegen das nahe Meer) und ſeiner gegliederten Geſtaltung. Europa iſt der weſtliche Theil des alten Continents und hat alſo den großen, ſchon an ſich kältemildernden und dazu noch vom Golfſtrom theilweiſe erwärmten atlantiſchen Ocean im Weſten. Zwiſchen den Meridianen, in denen Europa ſich hinſtreckt, fällt die Aequatorialzone nicht in das Becken des Oceans, wie ſüdlich von dem eben deshalb kältern Aſien. Der Welttheil der unter allen den größten Theil des tropiſchen Klima's genießt, das ſandbedeckte Aſien iſt ſo gelegen, daß Europa von den Luftſchichten erwärmt wird, welche über Afrika aufſteigend ſich von dem Aequator gegen den Nordpol ergießen. Ohne die Exiſtenz des mittelländiſchen Meeres würde der Einfluß des nahen Afrika auf Temperatur und geographiſche Verbreitung von Pflanzen und Thieren noch wirkſamer ſein. Der dritte Hauptgrund des mildern Klima's von Europa liegt darin, daß dieſer Welttheil ſich weniger weit gegen den Nordpol erſtreckt als Amerika und Aſien, ja daß er dem größten Buſen eisfreien Meerwaſſers gegenüber liegt, den man in der ganzen Polarzone kennt. Das Minimum der mittleren jährlichen Temperatur der Erdoberfläche liegt nach Capitain Sabine's Unterſuchungen im Nordoſten von Melville's Inſeln im Meridian der Behringsſtraße, wahrſcheinlich in 82°—83° Breite. Die Sommergränze des Eiſes, welche zwiſchen Spitzbergen und Oſtgrönland ſich bis zum 80. und 81. Grade zurückzieht, findet ſich überall zwiſchen Nova-Zembla, den Knocheninſeln von Neuſibirien und dem weſtlichſten amerikaniſchen Eiscap ſchon im 75. Grade der Breite. Selbſt die Wintergränze des Eiſes, die Linie, auf welcher die Eisdecke ſich unſerm Welttheil am meiſten nähert, umgibt kaum die Bäreninſel. Vom ſcandinaviſchen Nordcap, welches ein ſüdweſtlicher Meeresſtrom erwärmt, iſt die Fahrt zum ſüdlichſten Vorgebirge von Spitzbergen ſelbſt im ſtrengſten Winter nicht unterbrochen.

Das Polareis vermindert ſich überall, wo es frei abfließen kann, wie in der Baffinsbai und zwiſchen Island und Spitzbergen. Die Lage des atlantiſchen Oceans hat den wohlthätigſten Einfluß auf die Exiſtenz jenes für das Klima von Nordeuropa ſo wichtigen, eisfreien Meerwaſſers im Meridian von Oſtgrönland und Spitzbergen."

3. Druck der Luft.

Man bezeichnet mit dem Worte Druck die Wirkung, welche ein Körper auf ſeine Unterlage ausübt, die ihn hindert, der Anziehung der Erde Folge zu leiſten und ſich dem Mittelpunkte derſelben zu nähern. Soll ein Körper drücken, ſo muß er daher der Wirkung der Erdanziehung unterliegen, d. h. er muß ſchwer ſein.

Bei den unklaren Begriffen, die man im Alterthum von der Schwere hatte, war es damals nicht leicht, die Frage zu entſcheiden, ob die Luft drücke oder nicht. Ariſtoteles antwortete bejahend, denn er gab an, daß ein mit Luft gefüllter Schlauch mehr wiege als ein leerer[1]; doch blieb ſeinem Ausſpruche die Oppoſition nicht aus, da Andere, wie Ptolemäus, behaupteten, daß die Luft innerhalb ihres eigenen Raumes d. h. Luft in einem lufterfüllten Raume nicht drücke. Es ſpielt dabei ein Experiment mit einem lufterfüllten Schlauche, eines der wenigen, die uns von dem Alterthum überliefert wurden, eine große Rolle, weshalb es geſtattet ſein möge, die Worte des gelehrteſten Commentators des Ariſtoteles, des Simplicius[2], im 6. Jahrhundert lebend, anzuführen.

„Ptolemäus aber der Mathematiker, welcher in ſeiner Schrift „über die Schwere" die dem Ariſtoteles entgegengeſetzte Anſicht hegt, ſucht zu beweiſen, daß innerhalb ihres eigenen Raumes weder Waſſer noch Luft eine Schwere haben. Und zwar, daß das Waſſer eine ſolche nicht hat, zeigt er daraus, daß man beim Untertauchen eine Schwere des oberhalb befindlichen Waſſers nicht empfindet, während doch Manche ſchon ſehr tief untertauchten .... daß aber die Luft innerhalb ihrer Geſammtheit keine Schwere habe, zeigt Ptolemäus aus dem nämlichen Beweismittel betreffs des Schlauches, indem er nicht blos gegen die Meinung, daß der aufgeblaſene Schlauch ſchwerer als der leere ſei, wie Ariſtoteles glaubte, Widerſpruch erhebt, ſondern auch meint, der aufgeblaſene ſei ſogar leichter. Ich

1) De coelo IV. 4. edit. Prantl 261.

2) Comment. de coelo (Venet. 1526 fol.) p. 173a.

ſelbſt aber (d. h. Simplicius) machte mit der möglichſten Genauigkeit den Verſuch und fand, daß das Gewicht des aufgeblaſenen und des leeren Schlauches das nämliche ſei. Einer meiner Vorgänger, welcher gleichfalls das Experiment machte, gab an, er habe das nämliche Gewicht gefunden, ja eher noch ſei der Schlauch vor dem Aufblaſen um ein klein Bischen ſchwerer geweſen, was mit Ptolemäus übereinſtimmen würde."

Es iſt jetzt ſehr leicht, nachzuweiſen, daß der Schlauch, wenn er aufgeblaſen iſt, weder ſchwerer ſein kann, als vorher, wie Ariſtoteles annahm, noch leichter, wie Ptolemäus, glaubte, ſondern daß die Beobachtung des Simplicius richtig ſei; man kann den Beweis ſogar auf einen ebenfalls ſehr alten Satz ſtützen, auf das Princip des Archimedes, nach welchem jeder Körper in einer Flüſſigkeit gewogen ſoviel an ſeinem Gewichte verliert, als das ihm gleiche Volumen dieſer Flüſſigkeit wiegt, und daß ein gegebenes Quantum Luft in Luft gewogen ſoviel verlieren müſſe, als ſie ſelbſt wiegt, alſo alles. Steckt man eine Röhre in Waſſer und ſaugt an dem obern Ende die Luft heraus, ſo ſteigt die Flüſſigkeit in der Röhre aufwärts. Man weiß jetzt, daß die atmoſphäriſche Luft außen auf das Waſſer drückt, und letzteres in die Röhre hineinpreßt, in der die durch Saugen entfernte Luft nicht mehr drücken kann; früher glaubte man, die Natur habe von Haus aus einen Abſcheu vor einem leeren Raume (Horror vacui) und wenn die Luft aus der Röhre entfernt werde, gehe das Waſſer nur darum in die Höhe, um keinen leeren Raum entſtehen zu laſſen. Als vor 200 Jahren Gärtner in Piſa einen Pumpbrunnen bauen wollten, und das Waſſer ſich darin nicht höher auffaugen ließ als 32 Fuß, kam Torricelli, Schüler des großen Galilei, der die Geſetze des Drucks der Flüſſigkeiten unterſucht hatte, auf den Gedanken, daß die Erſcheinung des Aufſteigens des Waſſers ſich auch dadurch erklären laſſe, daß die Luft einen Druck ausübe, und daß darum das Steigen dann aufhören müſſe, wenn der Druck des Waſſers in der Röhre auf ſeine Baſis, eine Wirkung, vermöge deren das Waſſer in der Röhre zu ſinken ſtrebt, gleich ſei dem Drucke der äußern Luft, vermöge deſſen das Waſſer in der Röhre ſteigt. Die Geſetze des Druckes von Flüſſigkeiten lehren, daß der Druck derſelben wachſe, wenn die Höhe der Flüſſigkeitsſäule und die Dichtigkeit der Flüſſigkeit ſelbſt zunimmt, und als er daher das Waſſer durch Queckſilber, das 13½ mal ſo dicht iſt als erſteres, erſetzte, fand er in der That, daß das Queckſilber nur 28 Zoll ſtieg. Von nun an läugnete Torricelli den Horror vacui und ſtellte den Satz auf, der Luftdruck bewirke die jenem zugeſchriebenen Phänomene; er lehrte, daß man mit einer Röhre, in der Queckſilber enthalten und die oben geſchloſſen ſei,

damit die Luft nicht auch von dieſer Seite drücken kann, mit dem Barometer, den Druck der Luft meſſen könne. Seine Sätze fanden Oppoſition; doch kam endlich Paſcal auf den Gedanken, daß, wenn der Torricelliſche Satz richtig ſei, der Stand des Queckſilbers im Barometer in größeren Höhen geringer ſein müſſe als in der Tiefe, weil dort die zwiſchen beiden Standpunkten befindlichen Luftſchichten nicht mehr drücken können, und als durch ihn veranlaßt ſein Schwager Perrier im Jahre 1648 den 500 Toiſen hohen Puy de Dome bei Clermont beſtieg, fand er in der That, daß dort oben das Barometer um etwa 3 Zolle niedriger ſtand, als in der Ebene. Seit dieſem Verſuche iſt die Richtigkeit des Satzes Torricelli's anerkannt, und ſeitdem Mariotte das Geſetz aufgefunden hat, nach welchem die Dichtigkeit der Luft nach der Höhe zu abnimmt, weiß man wie viel eine Luftſchicht von ſo und ſo vielen Fußen auf den Barometerſtand einwirkt, und man benutzt daher das Barometer allgemein zu Höhenmeſſungen.

Wäre die Erde eine allenthalben mit demſelben Stoffe bedeckte, nicht rotirende Kugel und würde keiner ihrer Oberflächentheile eine andere Temperatur haben als die übrigen, ſo würde der ſie umgebende Luftocean ebenfalls vollkommen regelmäßig geſtaltet ſein. In dieſem idealen Falle würde man in der Luft bei gleicher Entfernung vom Erdmittelpunkte in jeder Zeit denſelben Luftdruck beobachten. In der Wirklichkeit ſind wir weit davon entfernt, alle dieſe Bedingungen erfüllt zu ſehen, denn die Erde iſt keine ruhende Kugel, ſondern ein rotirendes unregelmäßiges Ellipſoid, deſſen Oberflächentheile die verſchiedenſten Temperaturen beſitzen, und die Strömungen der Luft, die ſich uns als Winde zu erkennen geben, zeigen ganz unwiderlegbar an, daß die Luft in gleicher Meereshöhe an verſchiedenen Orten verſchiedenem Drucke ausgeſetzt ſei. Die ſämmtlichen Theile des Luftoceans ſind nicht nur beweglich, ſondern auch wirklich in Bewegung.

Soll das Barometer zu Höhenmeſſungen benützt werden, ſo iſt jedesmal die Vergleichung der Barometerſtände zweier in verſchiedener Höhe befindlichen Orte nothwendig. Die Höhe des einen Ortes muß bekannt ſein, die des andern ſoll gefunden werden. Befindet man ſich im Innern eines Landes und kennt man nicht die Höhe eines Punktes deſſelben durch directe Meſſung, ſo iſt es nothwendig, daß man den Barometerſtand des nächſtgelegenen Meeres wiſſe, denn da die Höhe von dem Meeresniveau an gezählt wird, hat man, wenn der dortige Barometerſtand bekannt iſt, zugleich auch die Höhe des Vergleichungspunktes, hier der Meeresfläche. Der Barometerſtand am Strande des Meeres iſt nicht in allen Breiten derſelben, wie dieſes bei vollkommen gleichartiger Beſchaffenheit der Luft und einem Paral-

lelismus der obern Atmosphärengränze mit der Meeresfläche der Fall wäre, und mußte daher erst durch Beobachtung gefunden werden. Es ist jedoch der Barometerstand ein und desselben Ortes niemals constant, denn die fortwährenden Bewegungen, die in dem Luftkreise vor sich gehen, spiegeln sich gewissermaßen ab in dem Stande der Quecksilbersäule. Die Schwankungen des Barometers können regelmäßig sein, d. h. sich in bestimmten Perioden nach einem gewissen Gesetze wiederholen; sie können auch der Regelmäßigkeit entbehren. Bleiben wir bei der Anwendung des Barometers zu Höhenmessungen stehen, so ist es wohl sehr leicht einzusehen, daß die Kenntniß der Bewegungen des Quecksilbers in der Glasröhre unbedingt nothwendig ist, um eine genaue Höhenbestimmung zu erhalten, denn wenn es sich darum handelt, die Differenz des Barometerstandes an dem zu messenden Punkte und des gleichzeitig am Meere stattfindenden zu erhalten, so muß man, nachdem der erstere an Ort und Stelle abgelesen wurde, auch den zweiten kennen und zwar für den Augenblick kennen, in welchem in der Höhe beobachtet wurde. Dieser letztere Stand muß aus der mittlern Barometerhöhe der entsprechenden Breite unter Berücksichtigung des Einflusses der regelmäßigen Schwankungen ermittelt werden. Die unregelmäßigen Bewegungen des Quecksilbers können der Rechnung nicht unterworfen werden, man muß sie daher vernachlässigen und die ganze Messung ist demnach um so unsicherer, je größeren Spielraum diese unberechenbaren Schwankungen haben. Die Höhenmessungen sind übrigens nicht die einzige Anwendung, die man von dem Barometer macht, denn weil dieses Instrument von den Bewegungen der Luft über uns abhängig ist, und uns durch seine Schwankungen hievon unterrichtet, sind letztere ein Mittel geworden, auf erstere zurückzuschließen, aus der Wirkung die Ursache abzuleiten, und darum ist das Barometer, das uns Kunde von Vorgängen gibt, die hoch über uns in Höhen, zu denen wir das Instrument nicht tragen können, stattfinden, für die Meteorologie von außerordentlichem Werthe.

Die Probleme, die bei der Untersuchung der Schwankungen des Barometers ihre Lösung erwarten, sind wie aus dem Vorstehenden hervorgeht von dreierlei Art: es ist der mittlere Barometerstand am Niveau des Meeres für die verschiedenen Breiten zu bestimmen, es müssen die Gesetzmäßigkeiten aufgesucht werden, die in der Bewegung des Quecksilbers vorkommen und endlich ist die Größe der unregelmäßigen Oscillationen sowie die dabei stattfindenden Nebenumstände festzustellen, um wenigstens die Auffindung der ihnen zu Grunde liegenden Ursachen vorzubereiten und die so unregelmäßigen Bewegungen in die Reihe der gesetzmäßigen zurückzuführen.

Sehen wir von den Beobachtungen ab, die Humboldt zum Zwecke von Höhenbestimmungen machte, und die in den Observations astronomiques niedergelegt sind, und wenden wir uns zunächst an die Untersuchungen die er zum Zwecke der Ausbildung der Theorie des Barometers angestellt hat, so finden wir die Berichte zuerst in einem Auszuge, der einen Theil des Naturgemäldes der Tropenwelt ausmacht, dann in einem größern Artikel mit sämmtlichem Detail beigegeben der Esquisse d'un tableau géognostique de l'Amérique méridionale, welche zugleich einen der Zusätze zum 9. Buche der Relation historique bildet.

Die Beobachtungen am Barometer sind von Anfang an nicht so genau gewesen als jetzt, denn man ist im Laufe der Zeit auf manche Umstände gekommen, welche eine kleine Differenz im Stande zweier neben einander befindlicher Barometer zum Vorschein bringen können. So scheinen die französischen Akademiker, welche in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die Gradmessung in Peru ausführten, keine ganz luftfreien (mit ausgekochtem Quecksilber gefüllten) Barometer gehabt zu haben, wenigstens schließt Humboldt dieses daraus, daß sie einen zu niedrigen Barometerstand angeben. Während in der langen Röhre des Barometers befindliche Luft einen zu niedrigen Stand des Quecksilberniveaus bewirkt, verursacht eine früher ebenfalls unberücksichtigte Einwirkung, die Wärme des Quecksilbers (über 0^0 C) einen zu hohen Stand, weshalb letzterer auf 0^0 reducirt werden muß. Auf diesen Umstand hat zwar bereits Amonton in der Mitte des vorigen Jahrhunderts (1740) aufmerksam gemacht, doch ging längere Zeit hin, bis er allgemeine Berücksichtigung fand. Auch Humboldt hat die Correction der Barometerstände in Beziehung auf die Temperatur bei Berechnung seiner Beobachtungen angewendet, und die Höhe der Quecksilbersäule unter dem Aequator zu $758^{mm},59$ angegeben, während Schukburg in Europa $761^{mm},18$ gefunden hatte, so daß also die Quecksilbersäule dort weniger hoch steht als in höheren Breiten. Bei dieser Bestimmung ist jedoch eine weitere Correction, die der Capillarwirkung, nicht gehörig berücksichtigt, die besonders in denjenigen Barometern eintritt, bei denen die lange (oben geschlossene) Röhre enge, die untere weit ist, und die eine mit der abnehmenden Weite der langen Röhre zunehmende Depression der Quecksilbersäule bewirkt. Unter Umgehung dieses Fehlers haben daher später Boussingault und Rivero die Barometerhöhe an der Meeresfläche in den Tropen zu $760^{mm},17$ bestimmt, während dieselbe Höhe in Paris nach Arago unter Berücksichtigung des Umstandes, daß Paris etwas höher liegt als ans Meer, $760^{mm},85$ beträgt.

Beobachtet man in der Nähe des Aequators das Barometer einige

Tage hindurch regelmäßig von Stunde zu Stunde, so zeigt sich unausbleiblich ein eigenthümliches ganz gesetzmäßiges Steigen und Fallen der Quecksilbersäule, welche während 24 Stunden zweimal einen höchsten, zweimal einen niedrigsten Stand erreicht. Wegen der großen Aehnlichkeit, welche diese Erscheinung mit dem täglich zweimaligen Steigen und Fallen des Meeres hat, wird sie auch sehr häufig mit dem Namen der atmosphärischen Ebbe und Fluth bezeichnet. Die erste Nachricht von diesem Phänomen stammt, wie Humboldt in seiner Esquisse berichtet, schon vom Jahre 1682, in welchem Jahre Varin des Hayes und de Glos im Auftrage des Königs (von Frankreich) eine Reise nach den capverdischen und amerikanischen Inseln machten, doch scheinen diese das Steigen des Barometers mit der Bewegung des Thermometers in Zusammenhang gebracht zu haben denn sie sagen, das Barometer stehe im Allgemeinen am niedrigsten, wenn das Thermometer am höchsten sei, und bei Nacht habe es einen um 2—4 Linien höheren Stand als bei Tage, auch seien die Aenderungen des Instrumentes vom Morgen bis zum Abend größer als vom Abend bis zum Morgen. Diese Vergleichung der Barometeränderungen mit denen des Thermometers macht jedoch die ganze Angabe ungenau, da das erstere Instrument täglich zweimal steigt, zweimal fällt, das Thermometer nur einmal. Im Jahre 1722 machte ein dem Namen nach nicht bekannter Beobachter aus Surinam im Journal littéraire de la Haye auf die doppelte Bewegung aufmerksam, die auch durch Godin, Condamine u. A. constatirt wurde.

Humboldt hat sich im Verein mit Bonpland während seiner Reise sehr viel mit den Schwankungen des Barometers beschäftigt, und ihnen haben wir denn auch die genauere Bestimmung der Wendestunden sowie der Größe der Bewegung zu verdanken.

Nach Humboldt lassen sich die stündlichen Bewegungen des Barometers innerhalb der Wendekreise in folgender Weise darstellen. Morgens um 9—9 1/4 Uhr hat das Barometer seinen höchsten Stand und sinkt zuerst langsam, dann schneller und hierauf wieder langsam bis 4 1/2 Uhr, steigt wieder bis 11 Uhr und sinkt abermals bis 4 Uhr des andern Morgens. Die Bewegung umfaßt nur 1/2—1 Linie und ist während des Tages größer als bei Nacht. Wind, Regen, Erdbeben u. s. w. sind, wenn man einige Gegenden des äquatorialen Asiens ausnimmt, ohne Einfluß auf die Oscillationen des Barometers, die in der Höhe von Quito nur wenig kleiner sind als an der Küste des Meeres. Die ganze Erscheinung findet übrigens nicht blos im tropischen Amerika statt, man nimmt sie allenthalben zwischen den Wendekreisen wahr.

Wie bereits erwähnt, ist der Gedanke sehr nahe, es liege den Vorgängen in der Luft, die in der angegebenen Weise durch das Barometer angezeigt werden, eine ähnliche Ursache zu Grunde, wie der Ebbe und Fluth des Meeres, und man hat sie darum auch die atmosphärischen Gezeiten genannt; allein Laplace hat gezeigt, daß unter dieser Voraussetzung die gesammte Schwankung des Barometers unter den günstigsten Umständen höchstens ein Millimeter, also nicht ganz eine halbe Linie umfassen könne. Außerdem spricht die Zeit, in welcher die Maxima und Minima des Barometerstandes eintreten, gegen die Verwechslung beider Erscheinungen, die nur das mit einander gemein haben, daß sie täglich 2 Perioden wahrnehmen lassen. Die Gezeiten des Meeres beruhen auf dem Unterschiede der Wirkungen, welche die Anziehungskraft des Mondes und der Sonne auf die wegen der nicht zu vernachlässigenden Größe der Erde in verschiedener Entfernung von den beiden Gestirnen befindlichen einzelnen Theile derselben ausübt, denn ein dem Monde zugewendeter Theil der Oberfläche liegt diesem näher, erfährt eine stärkere Anziehung als der Mittelpunkt, während der abgewendete Oberflächentheil den Gegensatz zeigt. Bei der Meeresfluth ist der Einfluß des Mondes nicht nur unverkennbar, sondern sogar $2^1/_2$ mal größer als der der Sonne und der Eintritt derselben ist darum abhängig von der Zeit, in welcher der Mond durch den Meridian geht. Im Gegensatze davon richtet sich die atmosphärische Fluth gänzlich nach dem Stande der Sonne und es muß ihr daher eine Ursache zu Grunde liegen, welche wohl die Sonne, nicht aber der Mond ausübt.

Humboldt hat sich über die Ursache der atmospärischen Fluth nicht näher ausgesprochen, doch ist nach Ramond[1] wahrscheinlich, daß sie auf der Wärmewirkung der Sonne beruht, welche eine Ausdehnung der Luft derjenigen Stellen verursacht, bei denen die Tageswärme eben am größten, bei denen es etwa 2^h Nachmittags ist. Oestlich von diesen Punkten liegen Orte, die bereits wieder erkalten, westlich sind Stellen, die noch nicht so warm sind als die betreffenden. Wenn sich nun die Luft der warmen Längengrade ausdehnt, so geht sie nach oben, und weil diese Wirkung hier stärker ist, als östlich und westlich, fließt der in der Mitte hinausragende Theil der Luftsäule nach beiden Seiten ab. In der Mitte hat man daher den Druck der Atmosphäre, weniger dem was abgeflossen ist: Warme Stunden, Minimum; zu beiden Seiten den Druck der Atmosphäre mehr das, was zugekommen ist: Morgen- oder Abend-Maxima des Luftdruckes, und auf der dem Minimum

1) Mém. de l'Institut 1808. p. 108.

entgegengesetzten Seite der Erde hat man den Druck der Atmosphäre für sich: Nacht, zweites, aber kleineres Minimum, das nur darum als solches erscheint, weil es sich zwischen zwei Stellen befindet, die unter erhöhtem Luftdruck stehen. Weil die Erde sich dreht, hat eine und dieselbe Stelle eines Tropenlandes bald ein Maximum bald ein Minimum über sich, da diese mit der Sonne fortgehen. Das Hauptminimum kommt erst um 4^h zum Vorschein, also zwei Stunden nach der größten Tageshitze, was davon herzukommen scheint, daß die durch Temperaturdifferenzen hervorgerufenen Bewegungen einige Zeit brauchen bis sie eingeleitet sind, dafür aber noch fortdauern, wenn die sie bedingende Ursache bereits aufgehört hat. Aus einem ähnlichen Grunde ist auch die wärmste Tagesstunde nicht die des Mittags, der wärmste Monat nicht der Juni, obwohl die zu Grunde liegende Ursache, die Höhe der Sonne, in beiden ihr Maximum erreicht, sondern erst etwas später um 2^h und im Juli.

Wenn man auch bei allen meteorologischen Erscheinungen der Tropenzone eine große Regelmäßigkeit beobachtet, ist diese doch nicht so groß, daß der Gang des Barometers fort und fort derselbe bliebe; es kommen auch Abweichungen davon vor. So z. B. sagt Humboldt daß es gelegentlich vorkomme, daß das Abendmaximum eine ungewöhnliche Höhe erreiche, oder bis 4^h Morgens nur wenig sinke u. s. w. und dieses unregelmäßige Spiel setze sich bisweilen, ohne daß man in der Witterung eine Ursache davon ahnen könne, mehrere Tage hindurch fort. Wir begegnen hier den unregelmäßigen Schwankungen, von denen oben gesprochen wurde, die aber wahrscheinlich nur darum unregelmäßig scheinen, weil ihre Gesetze zur Zeit noch unbekannt sind.

Die unregelmäßigen Bewegungen des Barometers sind in den Tropenländern nur unbedeutend. So z. B. kann das Morgenmaximum zu Bogota 248,30—249,50 Linien, das Abendminimum 247,00—248,66 Linien betragen. Während aber dort die regelmäßigen Bewegungen groß, die unregelmäßigen klein sind, ist in unsern Breiten der Fall der umgekehrte; die Unregelmäßigkeiten sind so groß, die normalen täglichen Oscillationen so klein, das es nicht gelingt die letzteren zu finden, wenn man nur einige wenige Tage hindurch das Barometer stündlich beobachtet. Erst lange Reihen von Beobachtungen zeigen bei der Ausmittlung des Durchschnittes einen etwas höheren Stand für den Morgen, einen niedrigeren für den Nachmittag, und außerdem sind auch die Wendestunden nicht das ganze Jahr hindurch dieselben, denn die Tagesextreme nähern sich im Winter dem Mittag und entfernen sich von ihm in der warmen Jahreszeit. Die Größe der täglichen Schwankungen beträgt:

im äquatorialen Amerika nach Humboldt	2,55	Millimeter
in Rio de Janeiro nach Dorta, Freycinet und Eschwege	2,34	„
auf den canariſchen Inſeln nach L. v. Buch	1,10	„
in Paris nach Arago	0,72	„
in Königsberg nach Sommer und Beſſel	0,20	„

Die unregelmäßigen Bewegungen des Barometers ſind in den gemäßigten Zonen ſo groß, daß der Stand des Inſtrumentes binnen wenigen Monaten um 20 Linien diſſeriren kann, und es iſt darum nicht zu verwundern, daß die kleinen täglichen Oscillationen erſt nach langem Suchen gefunden werden konnten.

Der Luftdruck wirkt nicht allein auf den Stand des Barometers, man beobachtet auch phyſiologiſche Erſcheinungen, die eintreten, wenn man größere Höhen beſteigt.

Sauſſure[1] beſpricht die große Müdigkeit, die den Bergbeſteiger überfällt, wenn er eine bedeutendere Höhe von etwa 1400—1500 Toiſen erreicht. Die Ermüdung iſt nach ihm eine ſo vollkommene, daß der Reiſende ſich außer Stande ſieht, ohne auszuruhen, auch nur einige Schritte vorwärts zu machen, während man in der Ebene und auf weniger hohen Bergen doch nicht leicht ſo erſchöpft wird, daß man nicht mehr weiter gehen könnte. Zwingt man ſich in der Höhe vorwärts zu ſchreiten, ſo wird man alsbald von Herzklopfen und Schlagen der Arterien in einer Weiſe ergriffen, daß man Gefahr läuft, hinzufallen. Von dieſer vollkommenen Erſchöpfung (und dieſes iſt eine weitere Merkwürdigkeit derſelben) erholt man ſich alsbald wieder, wenn man ſelbſt ohne niederzuſitzen nur 3—4 Minuten die Bewegung ausſetzt, und dieſe Erholung iſt wieder ſo vollſtändig, daß man glaubt, man könne nun in einem Zuge den Berggipfel erreichen, während in der Ebene eine viel längere Zeit erforderlich iſt. Sowie man ſich niederſetzt ſchläft man ein, und ſelbſt wenn die herrſchende Kälte oder Unbequemlichkeit der Stellung noch ſo wenig einladend ſind, hat man Mühe, ſich des Schlafes zu erwehren. Nicht alle Perſonen ſind dieſem Leiden in gleicher Weiſe unterworfen, doch findet man ſelbſt unter den Führern, die doch eher an ſolche verdünnte Luft gewöhnt ſind, Individuen, bei denen ſich das Uebel leicht einſtellt. Manche ſonſt ganz kräftige Menſchen bekommen Uebelkeit, Erbrechen, ſelbſt Ohnmachten. Auch Athmungsbeſchwerden treten ein, doch ſind dieſe nicht mit Drücken verbunden, weshalb Sauſſure die ganze Er-

1) Voyages dans les Alpes. II. 294.

ſcheinung weniger dem Mangel an Sauerſtoff zuſchreibt, obwohl ein Athemzug dem Menſchen bei der geringeren Dichtigkeit der Luft auch eine kleinere Quantität verſchafft, ſondern einer Erſchlaffung der Gefäße, die von außen her keinen ſo ſtarken Druck mehr erleiden, als der iſt, mit dem die Luft in der Tiefe wirkt, und auf welchen der Organismus eingerichtet iſt.

Auch Humboldt, der in den Anden noch größere Höhen erreichte, als Sauſſure in den Alpen, machte Bekanntſchaft mit dieſen Leiden. Er ſagt hierüber[1]: „Der Barometerſtand in der Stadt Quito iſt 20" 1'''; in der Stadt Micuipampa, im nordöſtlichen Theile von Peru, 18" 4'''. Die Bewohner der Meierei Antiſana athmen eine Luft, deren Elaſticität durch eine Queckſilberſäule von 17" 4''' ausgedrückt wird. Herr Gay-Luſſac hat das Barometer bis 12" $1^{8}/_{10}$''' ſinken ſehen. Der Menſch, der in der Ebene an einen Luftdruck von 28" gewöhnt iſt, widerſteht allen dieſen Veränderungen. Die Bewohner jener hohen Gebirgsſtädte des Andes (Indianer und weiße Racen) genießen der beſten und dauerhafteſten Geſundheit. Fremde klagen zwar in den erſten Tagen ihrer Ankunft von der Küſte über beſchwerliche Reſpiration, beſonders wenn ſie ſchnell ſprechen, oder ſich einer ſtarken Muskelbewegung ausſetzen; aber dieſe Unbehaglichkeit dauert nur kurze Zeit. Sinkt dagegen das Barometer bis auf 15 Zolle[2], alsdann wird der Einfluß der Luftdünne bedeutender. Auf 5000 Meter (2560 Toiſen) Höhe fühlt man eine auffallende Ermattung, eine Schwäche des ganzen Nervenſyſtems. Man fällt leicht in Ohnmacht, ſo gering auch die Anſtrengung iſt, zu welcher man ſeine deprimirten Muskeln zwingt. Schwächere Perſonen fühlen dabei große Neigung zum Erbrechen, und in Höhen, welche 3000 Toiſen überſteigen, wirkt die zum Erſteigen der Berge nöthige Muskelbewegung und der Mangel des äußern Luftdrucks ſo ſehr auf die Häute der kleinſten Blutgefäße, daß das Blut aus den Lippen, aus dem Zahnfleiſche und aus den Augen hervordringt. Alle dieſe Erſcheinungen wechſeln natürlich mit der Conſtitution der Individuen. Sauſſure hat auf ſeinen Alpenreiſen beobachtet, daß der Menſch mehr als der Maulefel der Luftdünne widerſteht. Ich habe im Königreich Neuſpanien mit vieler Beſchwerde ein Pferd am Cofre de Perote bis 1970 Toiſen, alſo 69 Toiſen höher als der Pic von Teneriffa gebracht. Das Thier hatte eine ſtöhnende beängſtigte Reſpiration, welche nicht als Folge der Muskelanſtrengung zu betrachten war, da die Beängſtigung in tieferen Gegenden verſchwand, wo

1) Naturgemälde der Tropenländer. 109.

2) Einer Höhe von etwa 2600 Toiſen entſprechend.

das Gebirge gleich ſteil war. Im Ganzen glaube ich bemerkt zu haben, daß die weiße Menſchenrace in Höhen, welche 2975 Toiſen nahe kommen, minder leidet, als die eingeborenen, kupferfarbigen Indianer."

Die Beſchreibung Humboldt's ſtimmt, wie man ſieht, mit den Beobachtungen Sauſſure's überein, nur hat Humboldt noch die Blutungen hinzugefügt, welche, wie es ſcheint, erſt in Höhen eintreten, in die Sauſſure nicht mehr kam. Daß die Abnahme des Luftdruckes auf die Gefäße die in Rede ſtehenden Leiden, Uebelkeit, Bluten u. ſ. w. veranlaſſe, gilt jetzt als ausgemachte Thatſache, und man iſt bei der Theorie Sauſſure's ſtehen geblieben. Man kann das Experiment mit den Blutungen künſtlich theilweiſe nachmachen, denn die Wirkung des Schröpfkopfes iſt keine andere, als die der verdünnten Luft. In Beziehung auf die Erklärung der Müdigkeit iſt ſeit dem Erſcheinen der beiden Werke von den Gebrüdern Weber[1] ein neuer Umſtand aufgefunden worden. Betrachtet man nämlich das Knochengerüſte des menſchlichen Körpers, ſo findet man an jeder Seite des Beckens eine ſpiegelglatte mit einer ſchlüpfrigen Feuchtigkeit benetzte Vertiefung, die Pfanne, in welche der kugelförmige Kopf des Schenkelknochens genau hineinpaßt. Das ganze Gelenk iſt durch eine Membran eingehüllt, welche das Becken mit dem Schenkelknochen verbindend an dem knöchernen Pfannenrande und am Halſe des Schenkelkopfs angewachſen iſt. Schneidet man an einem Leichnam die Membran ſowie alle Muskeln durch, welche den Schenkel mit dem Becken verbinden, ſo fällt darum das Bein doch nicht herab, denn der Schenkelkopf wird in der luftdicht ſchließenden Pfanne durch den Druck der atmoſphäriſchen Luft zurückgehalten, und es bedarf daher keiner Kraftanſtrengung der Muskeln, um während des Gehens das nicht auf dem Boden ſtehende Bein zu tragen, da die Luft dieſen Dienſt verſieht. In großen Höhen, wo der Luftdruck geringer iſt, vermag die Luft nicht mehr das ganze Bein zu tragen, und da nun die Muskeln auch dieſen Dienſt neben dem, daß ſie den Fuß hin und her bewegen, verſehen müſſen, erfolgt die größere Müdigkeit. Dieſe Wirkung des Luftdruckes hellt übrigens die ganze Erſcheinung nur zum Theil auf, denn es bleibt unerklärt, wie es kommt, daß, wie Sauſſure ſagt, die Müdigkeit ſo ſchnell kommt und vergeht, und dann läßt ſich nicht gut einſehen, wie nach Humboldt die Menſchen ſich in kurzer Zeit an den geringern Luftdruck gewöhnen. Es iſt allerdings denkbar, daß bei einem Menſchen, der von Jugend auf in jenen Höhen lebt, die Natur ſich auf den geringern Luftdruck gewiſſermaßen ein-

1) Mechanik der menſchlichen Gehwerkzeuge.

richtet, und der Pfanne einen größern Querſchnitt gibt, wodurch dem Uebel abgeholfen wäre; aber daß ein Menſch, der ſtets in der Ebene lebte, in der Höhe eine weitere Pfanne bekommen ſollte, iſt unmöglich. Vergleichende Unterſuchungen über die Pfannendurchmeſſer ſind mir nicht bekannt. Es ſollen übrigens die engliſchen Jagdhunde, die auf das 6—7000 Fuß hohe Plateau von Mexico gebracht worden, zur Jagd untauglich ſein, nicht ſo aber die zweite Generation, ihre im Lande ſelbſt geborenen und aufgewachſenen Jungen.

4. Hydrometeore.

Außer den Gaſen, die bereits oben als conſtante Beſtandtheile der Atmoſphäre angegeben wurden, enthält die Luft eine bald größere bald geringere Menge von Waſſerdampf, deſſen Schwankungen vorzugsweiſe das ausmachen, was man unter dem Geſammtbegriffe Wetter verſteht, während ſie in Gemeinſchaft mit den Wärmeerſcheinungen diejenigen Phänomene veranlaſſen, die dem Menſchen am meiſten fühlbar ſind, und zugleich mit ihnen bisweilen Klima heißen.

Daß Waſſer ſich in der Luft befindet, iſt ſo lange bekannt, als der Menſch denken kann, denn der Regen bringt es herab, während das Austrocknen einer Waſſerſammlung zeigt, daß und wie das flüſſige Element ſich in die Luft erhebt. Weniger alt iſt die Kenntniß der Art und Weiſe, wie ſich das Waſſer in der Atmoſphäre befinde. Stillſchweigend war von jeher angenommen, daß das Waſſer in der Luft im aufgelöſten Zuſtande ſich befinde, etwa ſo wie der Zucker im Waſſer iſt, und wie ſich aus verſchiedenen Ausdrücken ſchließen läßt, die ſich in den Humboldt'ſchen Werken aus dem vorigen Jahrhundert finden, war auch unſer Gelehrter Anhänger dieſer Theorie. Man dachte ſich dabei eine Verbindung des Waſſers mit der Wärme, die man damals noch für einen materiellen Stoff hielt, der ſich nur dadurch von den gewöhnlichen chemiſchen Elementen unterſcheide, daß er dem Geſetze der Schwere nicht unterworfen ſei, während man jetzt die Wärmeerſcheinungen aus der ſchwingenden Bewegung der kleinſten Theilchen des warmen Körpers erklärt, und dann glaubte man, ſei dieſe Verbindung von Waſſer und Wärme, d. i. der Waſſerdampf, mit den gasförmigen Beſtandtheilen der Luft chemiſch verbunden.

Gegen dieſe Theorie wurde zuerſt Sauſſure mißtrauiſch, da er fand, daß in einem gegebenen Volumen ſtets gleichviel Waſſer enthalten ſei, es möge darin ein Gas enthalten ſein, was immer für eines man wolle, wenn

nur die Temperatur dieselbe bleibe, während sich Verschiedenheiten ergeben müßten, wenn man hier mit einer chemischen Verbindung zu thun hätte; denn um bei unserem vorigen Beispiele stehen zu bleiben, wenn man das Wasser, in dem Zucker gelöst werden soll, durch eine andere Flüssigkeit etwa durch Weingeist ersetzt, so löst sich eine viel geringere Menge Zucker im gleichen Quantum Flüssigkeit auf, als in Wasser, was darauf schließen läßt, daß die Natur der auflösenden Flüssigkeit durchaus nicht gleichgültig für die Menge der lösbaren Substanz ist. Bei den Gasen und Wasserdampf findet sich ein solcher Unterschied nicht, ja noch mehr, es ist vollkommen gleichgültig, in welchem Dichtigkeitszustande die Luft ist, man kann sie sogar ganz entfernen, und bei gleicher Wärme ist in einem gegebenen Volumen immer gleichviel Wasser, selbst wenn man den Versuch im luftleeren Raume macht, in dem doch gar kein Auflösungsmittel vorhanden ist.

Dieser Umstand veranlaßte Dalton das bereits oben S. 65 angedeutete Gesetz auszusprechen, welchem zufolge sich über der Erde eine Atmosphäre von Wasserdampf befindet, die unabhängig von der Sauerstoff-Stickstoffhülle zwischen deren einzelnen Theilchen ganz ihren eigenen Gesetzen gehorcht und ihre Angelegenheiten selbst besorgt. Die in einem gegebenen Raume befindlichen Wasserdampftheile breiten sich in diesem gerade so aus, als wenn gar keine Luft vorhanden wäre; nur geschieht dieses etwas langsamer, wenn die letztere dichter wird.

Wenn die Erde von einer Wasserdampfatmosphäre umgeben ist, so können wir diese in eine beliebige Anzahl von concentrischen Schichten zerlegt denken, von denen immer die äußere auf die innere einen Druck ausübt, weil letztere ihrem Bestreben, sich der Erde zu nähern, einen Widerstand entgegen setzt, und die unterste (der Erde nächste) Schichte hat den Druck aller über ihr befindlichen auszuhalten. Dieser Druck wirkt auf Flüssigkeiten, wie z. B. das Quecksilber im Barometer, ebenso, wie der Luftdruck und die Höhe der Quecksilbersäule dieses Instrumentes ist daher das Resultat der Gesammtwirkung aller drückenden Gase, des Sauerstoffs, Stickstoffs, Wasserdampfs ꝛc. Je mehr Schichten auf irgend einer Luft lasten, d. h. je größer der Druck ist, um so kleiner wird nach dem Gesetze Mariotte's das Volumen, desto größer die Dichtigkeit und darum ist auch in der Tiefe dichtere Luft als in der Höhe. Diesem Gesetze gehorcht auch der Wasserdampf, aber nur bis zu einer gewissen Gränze, denn sowie diese überschritten ist, so wird der Dampf seine Gasgestalt verlieren und wieder zu Wasser werden. Je mehr Wassergas vorhanden ist, um so größer wird der Druck sein, und um so näher die Gränze, bei der die Condensation erfolgt. Aus diesem Grunde

kann ein gegebenes Volumen, etwa ein Cubikmeter, nur eine beſtimmte Quantität Waſſerdampf enthalten; dieſe Quantität wechſelt aber mit der Temperatur und ſteigt mit dieſer. Bei einer Wärme von 10° können z. B. in einem Cubikmeter 9,7 Gramme Waſſer enthalten ſein, 17,1 Gramme dagegen, wenn die Wärme 20° beträgt. Iſt bei letzterer Wärme die Menge 17,1 vorhanden, und kühlt man bis auf 10 Grade ab, ſo enthält der Raum nur noch 9,7, der Reſt hat ſich als tropfbarflüſſiges Waſſer abgeſondert. Geſchieht die Abkühlung feuchter Luft unter den Sättigungspunkt herab im Freien, ſo bildet das ausgeſonderte Waſſer kleine Bläschen, davon eine größere Menge zuſammen den Namen Nebel oder Wolke führt; folgt wieder eine Temperaturerhöhung, ſo löſt ſich das Bläschen wieder auf, d. h. es wird wieder zu Gas; geſchieht dieſes nicht, ſo rinnen ſie als Tropfen zuſammen und fallen als Regen oder wenn die Ausſcheidung unter dem Gefrierpunkt erfolgt, als Schnee nieder. Hierauf beruhen ſämmtliche meteoriſche Niederſchläge.

Nach Feſtſtellung der Theorie, die der Entſtehung wäſſriger Niederſchläge zu Grunde liegt und die wir großentheils den Arbeiten Dalton's und Gay-Luſſac's verdanken, bleibt die praktiſche Anwendung übrig, die ſich darauf beziehen muß die Geſetze, nach welchen der Waſſergehalt der Atmoſphäre ſich je nach Ort und Zeit verändert, aufzuſuchen, die Höhe der Wolken, alſo derjenigen Schichte zu beſtimmen, in welcher der Uebergang der Dämpfe in tropfbares Waſſer, wenn nicht ausſchließlich, doch zum großen Theile vor ſich geht, die Vertheilung des Regens und der meteoriſchen Niederſchläge überhaupt je nach Land und Jahreszeit zu unterſuchen und die Maſſe von Waſſer anzugeben, welche ſei es während eines einzigen kurzen Regenguſſes ſei es im Laufe eines ganzen Jahres niederfällt.

Soll der jeweilige Waſſergehalt, der neben der Luft in der Atmoſphäre iſt, beſtimmt werden, ſo muß man offenbar zunächſt im Beſitz eines Inſtrumentes, Hygrometers ſein. Schon ſeit langer Zeit iſt bekannt, daß verſchiedene Körper aus dem Thier- und Pflanzenreiche in feuchter Luft eine Veränderung erleiden, und darum hat man dieſe Gegenſtände von jeher als Wetterpropheten benutzt. Darmſaiten drehen ſich auf, wenn ſie in feuchte Luft gebracht werden, weßhalb z. B. Saiteninſtrumente aus einem kalten Local in einen Concertſaal gebracht, in dem des Athmens der vielen Menſchen wegen die Luft ſtets feucht iſt, verſtimmt werden. Sauſſure benützte weiche, nicht krauſe, wo möglich blonde Menſchenhaare, die er aufſpannte und mit einem Zeiger in Verbindung brachte, von deſſen Bewegung er dann auf die Feuchtigkeit der Luft ſchloß. De Luc benützte zu gleichem Zwecke

Streifen von Fiſchbein. Verſchieden von dieſen Apparaten ſind die neueren Inſtrumente, die auf der Beſtimmung des Punktes beruhen, an dem das Waſſer ſeine Gasgeſtalt verläßt. Iſt eine Luft ſehr feucht, ſo wird ſie einer geringen Abkühlung bedürfen, um einen Theil ihres Waſſers zu verlieren, während trockene Luft eine viel größere Erkältung ertragen kann.

Als Humboldt ſeine Reiſe in Amerika machte, kannte man die Inſtrumente letzterer Art theils nicht, theils waren ſie, namentlich für Reiſende, zu unbequem und zu unzuverläſſig, und er hat daher ſeine Beobachtungen allein mit Sauſſure's und de Luc's Hygrometer angeſtellt. Die Hygrometerbeobachtungen zeigten Humboldt, daß in dem äquinoctialen Theile von Amerika die Luft an heitern Tagen einen bedeutenden Gehalt von Feuchtigkeit beſitzt[1], der den im mittleren Europa ſelbſt in den Sommermonaten gefundenen faſt um das Doppelte überſteigt. Doch gilt dieſes nur für die Ebene; in den Höhen nimmt der Waſſergehalt der Atmoſphäre raſch ab, und iſt bei bedeutenden Erhebungen ſelbſt geringer als in Europa in der Tiefe bei gleicher Temperatur. Es hat übrigens Gay-Luſſac bei ſeiner Luftfahrt gefunden, daß auch in den Höhen von Europa die Luft trockner wird, ſo daß man die Zuſtände jener Regionen mit denen unſerer Wintermonate zwar rückſichtlich der niedrigen Temperatur der Luft, nicht aber in Beziehung auf deren Waſſergehalt vergleichen kann.

Für die Höhe der dichten Wolken in den Tropen beſtimmte Humboldt als untere Gränze 615 Toiſen, als obere 1700—1800; Biot und Gay-Luſſac fanden für die Sommermonate in Europa als untere Gränze ebenfalls 600 Toiſen. In dieſen Gränzen iſt jedoch nur das dichte Gewölke einbegriffen, denn die feinen dünnen Wölkchen, die man auch mit dem Namen Schäfchen bezeichnet, gehen viel höher. Humboldt und Bonpland ſahen dieſe Gebilde auf dem Antiſana noch hoch über ſich, und ſchätzten ſie auf wenigſtens 4100 Toiſen. Auch Gay-Luſſac ſah dieſe Wolken auf ſeiner zweiten Luftreiſe, bei der er doch 3600 Toiſen erreichte, noch über ſich.

Von beſonderem Intereſſe iſt die Abhandlung Humboldt's: De l'influence de la déclinaison du soleil sur le commencement des pluies équatoriales, weil ſie einen beſonders klaren Einblick auf die Witterungsvertheilung der Tropen geſtattet, alſo derjenigen Region, welche bei faſt allen meteorologiſchen Unterſuchungen den Ausgangspunkt bildet. Die Tropenzone hat nämlich, wie bereits erwähnt, den großen Vorzug vor den andern, daß

1) Naturgemälde 112. Relation hist. III. 316.

alle metereologiſchen Erſcheinungen in ihr mit großer Regelmäßigkeit eintreten, und hätte die Meteorologie in ihr begonnen, ſo würde ſie wohl ſchon weiter ſein, als dieſes wirklich der Fall iſt. Bereits oben bei dem Luftdrucke hatte ich Gelegenheit auf eine Erſcheinung aufmerkſam zu machen, welche man zwiſchen den Wendekreiſen entdeckt, wenn man nur ein paar Tage das Barometer ſorgfältig beobachtet, und die man bei uns erſt gefunden hat, nachdem man durch die Vorgänge in der Aequatorialregion darauf aufmerkſam geworden war. Aehnlich iſt es auch mit den übrigen Phänomenen; allenthalben, ſoweit die Wiſſenſchaft bis jetzt reicht, zeigt ſich zwiſchen den Wendekreiſen die größte Regelmäßigkeit. Es können übrigens noch andere Verhältniſſe dort Erſcheinungen bewirken, die wir zwar nicht kennen, weil jene Länder überhaupt eigentlich noch wenig unterſucht ſind, die aber doch manche Anhaltspunkte für die Gegenden außerhalb der Wendekreiſe geben werden. So z. B. würde es dort wohl viel leichter ſein, den Einfluß eines Gebirges, eines großen Waldes auf die Witterung zu finden, als es bei dem Durcheinander von Erſcheinungen der Fall iſt, mit denen wir in unſern Gegenden zu thun haben.

Humboldt unterſuchte in der genannten Abhandlung die Vertheilung der Jahreszeiten, wie ſie in jenen Ländern ſtattfindet.

Wie unter dem Polarkreiſe und jenſeits deſſelben eigentlich nur 2 Jahreszeiten zu bemerken ſind, eine kalte und eine warme, oder Tag- und Nachtjahreszeit ſo findet man auch innerhalb der Tropen nur 2 Abtheilungen, die heiße und die naſſe, oder, wie die Indianer ſagen, die Zeit der Sonne und der Wolken. In den wärmeren Gegenden der gemäßigten Zone regnet es am meiſten, wenn die Sonne den niedrigſten Stand erreicht, alſo in derjenigen Jahreszeit, die unſerm Winter entſpricht; alsdann iſt dort die Regenzeit. Innerhalb der Tropen dagegen regnet es, wenn die Sonne ſich dem Zenithe nähert, in der Zeit, die unſerm Sommer gleicht. Nichts gleicht vom December bis Februar im Norden vom Aequator der Reinheit des Himmels, keine Wolke läßt ſich ſehen und zeigt ſich ja einmal eine, ſo nimmt ſie die volle Aufmerkſamkeit der Bewohner in Anſpruch. Der Wind weht mit Heftigkeit aus Oſt und Nordoſt. Es iſt der Paſſat, der die Luft aus kälteren Gegenden gegen diejenigen hinführt, die die Sonne über ſich haben. Geht die Luft aus der kälteren Gegend in die wärmere, ſo wird ſie ebenfalls wärmer, und da ſie, wie oben gezeigt wurde, bei einer Temperaturerhöhung eher befähigt wird, mehr Waſſer in ſich aufzunehmen, iſt um ſo weniger an einen wäſſerigen Niederſchlag zu denken. Es iſt dort derſelbe Fall, wie bei uns, wenn Nordoſtwind weht, auch wir haben alsdann heiteres Wetter;

aber bei uns wechſelt dieſer Wind das ganze Jahr hindurch fortwährend mit dem Regen bringenden Südweſt, während dieſes dort in den genannten Monaten nicht der Fall iſt. Gegen das Ende des Februars oder mit Beginn des März zeigt das Hygrometer allmählig größere Feuchtigkeit, die Sterne funkeln, ſtatt ſich wie ſonſt in ruhigem Lichte zu zeigen, und ſind bisweilen wie mit einer dünnen Dunſtſchichte verſchleiert. Jetzt wird auch der Wind ſchwächer und macht bisweilen vollkommener Windſtille Platz. Im Südſüdoſt bilden ſich Wolken von ſehr beſtimmt ausgeſprochener Form; ſie löſen ſich bisweilen ab, und durcheilen den Horizont mit einer Schnelligkeit, die dem unten wehenden ſchwachen Winde wenig entſpricht. Gegen das Ende des März treten kleinere elektriſche Exploſionen auf. Hierauf dreht ſich der Wind von Zeit zu Zeit auf mehrere Stunden nach Weſt und Südweſt und gegen Ende des April beginnt die Regenzeit und mit ihr die Zeit der Gewitter. Alsdann verſchleiert ſich der Himmel, das Blau iſt verſchwunden. Der Regen ſtürzt am Tage nieder und hört gegen Sonnenuntergang, jedenfalls aber in der Nacht auf. Auch die Gewitter entſtehen, wenn die Sonne im Meridiane iſt, während Nachtgewitter ſich nur in einigen Thälern einſtellen. Dieſer Zuſtand bleibt, bis ſich die Sonne wieder ſüdwärts zurückzieht und die kalte Jahreszeit der Nordhalbkugel beginnt. Es beginnt hierauf der Nordſtrom wieder und mit ihm die heitere Witterung.

Humboldt hat dieſe Reihenfolge von Erſcheinungen nicht blos beſchrieben, ſondern auch eine Erklärung dazu gegeben, die als durchaus anerkannt und unbeſtritten angeſehen werden kann. Nach der Theorie Halley's beruht das Phänomen der Paſſatwinde auf der vereinigten Wirkung der Sonne und der Umdrehung der Erde, denn erſtere verurſacht die Bewegung der Luft zum Aequator oder zu dem Erdengürtel, der jeweilig der wärmſte iſt, und letztere bringt die Drehung in der Richtung nach Weſt zum Vorſchein. Dem auf unſrer Halbkugel von Nordoſt nach Südweſt ſtrömenden Luftzuge entſpricht ein in entgegengeſetzter Richtung gehender; bei uns ſind beide Ströme neben einander und wechſeln mit einander ab, in den niedrigen Breiten dagegen iſt der Polarſtrom immer unten (der Paſſat), der andere immer oben. Da von jedem Pole ein Paſſat ausgeht, müſſen beide irgendwo zuſammenſtoßen und dieſes Irgendwo iſt da, wo die Wärme jeweilen am größten iſt, die Sonne am höchſten ſteht. So lange der Wind von einer kälteren Stelle zu einer wärmeren hingehen kann, iſt eine Regenbildung aus dem bereits angegebenen Grunde unmöglich; aber da wo es am wärmſten iſt, hört die horizontale Bewegung der mittlerweile in hohem Grade mit Waſſer beladenen Luft auf, dieſe geht in die Höhe, dehnt ſich aus, wird dabei

kälter und verliert ihr Waſſer zum Theil, das nun als Tropenregen niederfällt. Die bisweilen wehenden und die Windſtille unterbrechenden Südwinde ſind Theile des jenſeitigen Polarſtromes, der an der Gränze beider Winde gelegentlich dieſe überſchreitet.

Die Zone, in welcher die Tropenregen niederfallen, und mit der uns Humboldt bekannt gemacht hat, findet ſich jetzt unter dem Namen Kalmenzone in allen Regenkarten; ſie bildet einen 8—10 Grade breiten, nur im indiſchen Oceane der dort durch locale Verhältniſſe bedingten Mouſſons wegen unterbrochenen Gürtel rings um die Erde, und geht je nach dem Stande der Sonne innerhalb der Wendekreiſe hin und her, ohne jedoch letztere vollſtändig zu erreichen.

Es handelt ſich übrigens hier nur von den allgemeinen Zuſtänden jener Regionen, denn Localeinflüſſe machen ſich auch dort geltend. So bemerkt Humboldt am Schluſſe ſeiner Abhandlung, daß er ſich nur auf das Mittel beſchränken wolle, daß es aber Fälle gebe, wo Gebirge und Küſten entgegengeſetzte Regenzeiten haben. Es wäre ſehr intereſſant, wenn jetzt, da man das Allgemeine kennt, dieſe Localeinflüſſe in den Tropen genauer ſtudirt würden, weil man dann leichter auf die analogen Wirkungen in unſern Gegenden ſchließen könnte, wo die Geſetzmäßigkeiten immer mehr verſteckt ſind, als in der Nähe des Aequators.

Bei uns fällt die größere Menge meteoriſchen Waſſers im Sommer herab, denn in dieſer Jahreszeit iſt die Wärme am größten und die Atmoſphäre wird dadurch befähigt, mehr Waſſer aufzunehmen, aber nöthigenfalls auch abzugeben. Die Aequatorialgegenden ſind das ganze Jahr warm, beſonders aber in der Regenzeit, und die Urſache, welche bei uns die ſtärkeren Regen veranlaßt, muß daher dort beſonders ſtark hervortreten. Während nach Humboldt[1] in Europa ſelten in der Stunde 4 Linien Regen fallen, beobachtete er in Guayaquil $1^3/_{10}$ Zoll. Darum iſt aber auch die Regenmenge der Tropen, trotzdem daß es dort viel mehr heitere Tage gibt als bei uns, beträchtlicher als in der gemäßigten Zone, denn ſie beträgt dort im Mittel 70 Zolle (in manchen Gegenden darüber) in Europa 22. Später[2] hat Humboldt die Regenmenge der Tropen viel höher (zu 100—112 Zoll) angegeben, auch einige Beobachtungen Anderer angeführt, die ausnahmsweiſe noch mehr gefunden haben; ſo Rouſſin in Cayenne in dem einzigen Monat Februar 151 Zoll. Die größten Regenmengen ſind übrigens in

1) Naturgemälde 116.

2) Relation historique III. 136.

neuerer Zeit in den Himalayagegenden beobachtet worden. Jetziges Maximum: Cherraponjee am Abhange der Coſſiahills in 4500 Fuß Höhe mit 610 Zollen. (Dove, Klimatolog. Beiträge 97.) Es darf übrigens hierbei nicht überſehen werden, daß, wie die Regenmenge ausnahmsweiſe erhöht wird, ſie auch durch Localeinflüſſe gemäßigt werden kann; ſo beträgt die Regenmenge in Cumana nicht mehr als 7—8 Zolle[1]; im peruaniſchen Littorale regnet es gar nicht.[2]

5. Optiſche Erſcheinungen.

Die blaue Farbe des wolkenfreien Himmels iſt nicht immer und überall dieſelbe; im Sommer iſt das Gewölbe dunkler, im Winter heller, und der Ausdruck „italieniſcher Himmel", d. i. dunkler Himmel, iſt ſogar ſprüchwörtlich.

Um dieſe einzelnen Zuſtände mit einander vergleichen zu können, hat Sauſſure ein Inſtrument, das Cyanometer erdacht. Durch Auftreichen mit gutem Berlinerblau ſtellte er eine Anzahl von 53 Papieren dar, welche vom reinen Weiß bis zum geſättigten Blau und von dieſem durch Zuſatz von Tuſch bis zum vollkommenen Schwarz eine Reihe gleichförmig fortſchreitender Zwiſchenſtufen bildeten. Von dieſen Papieren wurden gleichgroße Stücke ausgeſchnitten und dieſe auf den Umfang eines Kreiſes aufgeklebt. Dieſe 53 Nüancen von Weiß durch Blau zum Schwarz wurden Grade genannt, und dieſe Grade wurden von Weiß anfangend gezählt. Will man mit dieſem Inſtrumente die Farbe an irgend einer Stelle des Himmels beſtimmen, ſo hält man das Cyanometer zwiſchen das Auge und dieſe Stelle und ſieht, welcher Grad der Färbung des Himmels entſpricht. Die Beobachtung muß womöglich im Freien gemacht werden, damit das Cyanometer hinreichend erleuchtet iſt.

Die blaue Farbe des Himmels iſt eine Wirkung der Luft, ohne welche der erſtere ohne Farbe, d. i. vollkommen ſchwarz erſcheinen würde. Sieht man durch dichte Lagen der Luft, ſo wird deren Farbe ſich dem Weiß mehr nähern, als wenn man durch eine dünnere Schichte blickt, und darum erſcheint auch das Blau des Himmels im Zenithe dunkler, als im Horizonte. Meſſungen dieſer Nüancen, die Humboldt im atlantiſchen Oceane anſtellte[3] und die den

1) Relation historique III. 318.
2) Naturgemälde 115.
3) Relation historique I. 250.

Genfer Beobachtungen Sauſſure's ziemlich entſprechen, zeigten, daß in 1° Höhe, alſo nahe am Horizonte, das Cyanometer 2°,5—3° zeigte, in 60° Höhe dagegen 21°—22° und im Zenithe 22°,4—23°,5. Bei Zenithbeobachtungen fand Humboldt in den Tropen durchſchnittlich eine größere Dunkelheit, denn während die mittlere Farbe in Paris (bei 25° Wärme) 16°—17° beträgt, iſt ſie in den Tropen ebenfalls in der Ebene 23°. Auch die ſchönſten ſpaniſchen und italieniſchen Sommernächte, ſagt Humboldt[1], ſind nicht mit der ſtillen Majeſtät der Tropenwelt zu vergleichen. Nahe am Aequator glänzen alle Geſtirne mit ruhigem planetariſchem Lichte. Funkeln iſt kaum am Horizonte bemerkbar. Die ſchwächſten Fernrohre, welche man aus Europa nach beiden Indien bringt, ſcheinen dort an Stärke zugenommen zu haben: ſo groß und beſtändig iſt die Durchſichtigkeit der Tropenluft.

Auf dem Gipfel des Montblanc, in einer Höhe von 2450 Toiſen, ſah Sauſſure das Cyanometer auf 39°. Humboldt beobachtete auf dem 549 Toiſen niedrigern Pic von Teneriffa 41°, in den Andes von Südamerika, in einer Höhe von 2975 Toiſen 46°, und eben dieſe Farbe ſah Gay-Luſſac auf ſeiner erſten Luftreiſe.

Wenn die Luft der Tropen dunkler erſcheint als bei uns, ſo folgt daraus nothwendig, daß von den von der Sonne auf die Erde kommenden Lichtſtrahlen dort weniger in der Luft verloren gehen, als bei uns, und wenn unterwegs weniger verloren geht, ſo muß der die Erde erreichende Reſt größer ſein, wie dieſes auch auf den Gebirgen der Fall iſt. Dieſes Verhältniß iſt auch den Beobachtungen Humboldt's nicht entgangen, denn er ſagt[2]: „Die unbeſchreibliche Reinheit der Tropenluft verurſacht, daß ſelbſt bei gleicher Höhe des Standtpunkts über der Meeresfläche das Licht lebhafter und ſtärker als in Europa iſt. Wie blendend und ermüdend iſt nicht in Weſtindien das Tageslicht ſelbſt an Orten, wo kein Reflex ſtattfindet! Auch ſuchen die Europäer ſich mehr noch vor nervenſchwächender, überreizender Helle, als vor der Wärme zu bewahren. Sie ſchmelzen dort gleichſam wieder in ihrem Gefühle zuſammen, was in den Wirkungen geſchieden doch nur aus derſelben einfachen, aber nie verſiegenden Quelle fließt."

„Auffallend iſt der Einfluß des Sonnenlichtes auf die vitalen Functionen der Pflanzen, auf ihre Reſpiration, auf ihre Färbung und, nach Berthollet, auf die Fixirung des Stickſtoffs in der Fäcula. Dieſe Betrachtungen beſtätigen die Vermuthung, daß die ungeſchwächte Helle, welcher die Alpen-

1) Naturgemälde 120.
2) Naturgemälde 122.

gewächſe, beſonders in der Andeskette, ausgeſetzt ſind, zu ihrem reſinöſen und aromatiſchen Charakter beitrage. In dem zweiten Bande meiner Schrift über die gereizte Muskel- und Nervenfaſer habe ich Verſuche angeführt, welche einen Einfluß des Sonnenlichtes auf die thieriſchen Organe andeuten, der der Wärme allein nicht zugeſchrieben werden kann. Sollte nicht das ſonderbare Gefühl von Schwäche, über welches alle Einwohner von Quito und Mexico klagen, wenn ſie den in 3—4000 Meter Höhe ſo auffallend ſtechenden Sonnenſtrahlen ausgeſetzt ſind (eine Schwäche und Ermüdung, welche gar nicht der Muskelbewegung, oder der in der luftdünneren Region vermehrten Hautreſpiration allein zugeſchrieben werden kann) auf eine ſolche Nervenreizung des ungeſchwächten Sonnenlichtes hindeuten? In der That kenne ich nichts Erſchöpfenderes als dieß Sonnenlicht auf der hohen und kalten Andeskette. Oder kann das gleichſam noch unerſchöpfte Licht bei dem Widerſtande, den es gegen dichte Körper anprallend gleichſam zum erſtenmale findet, auf dem Gebirge mehr Wärme als in luftdichteren Regionen der Ebene erregen?"

Wenn ein Lichtſtrahl die Luft durchdringt und auf ſeinem Wege durch Schichten derſelben von verſchiedener Dichtigkeit gelangt, ſo ſetzt er im Allgemeinen ſeinen Weg nicht in gerader Richtung fort, ſondern beſchreibt eine mehr oder weniger ſtark gekrümmte Curve. Denkt man ſich die verſchieden dichten Theile der Atmoſphäre in concentriſchen Schichten um die Erde gelagert, wie dieſes ähnlich bei den Zwiebelſchalen der Fall iſt, ſo liegen die eine dichtere Luft enthaltenden Schichten der Erde näher, die dünneren ferner. Durchbricht ein Lichtſtrahl vom Zenithe eines Ortes kommend ſenkrecht die oberſte Schichte, ſo thut er dieſes auch bei der nächſten und allen folgenden, er fällt auf den gegebenen Ort der Erdoberfläche eben ſo ein, und die Folge davon iſt, daß er, weil er nirgends von ſeinem Wege abgelenkt wurde, eine gerade Linie beſchrieben hat. Dieſer Fall eines geraden Weges iſt aber der einzige, denn ſowie der leuchtende Körper ſich nicht im Zenithe des Beobachtungsortes befindet, wird der Lichtſtrahl abgelenkt und macht einen um ſo mehr gekrümmten Weg, je größer die Diſtanz vom Zenithe iſt. Weil die dichteren Schichten der Luft unten liegen, iſt die convexe Seite der vom Strahle beſchriebenen Curve nach oben gerichtet, und wenn man die Richtung der letzten Wegſtrecke nach rückwärts verfolgt, ſo trifft dieſe Richtung darum einen Punkt des Himmelsgewölbes, der dem Zenithe näher liegt, als der leuchtende Punkt. Das Auge des Beobachters ſucht den geſehenen Gegenſtand in der Verlängerung derjenigen Richtung, welche der Lichtſtrahl hatte, ehe er in's Auge drang, und wenn der Lichtſtrahl auf ſeinem Wege ſeine Richtung geändert

hat, ſo ſieht man den leuchtenden Punkt auch nicht an der Stelle, an der er ſich wirklich befindet. Man ſieht z. B. das Bild eines Gegenſtandes im Spiegel. Das Licht hat in dieſem Falle zuerſt den Weg vom geſehenen Objecte zum Spiegel gemacht, iſt dann am Spiegel reflectirt worden, hat dabei ſeine Richtung geändert und kommt in der neuen Richtung in's Auge des Beobachters. Dieſer ſieht nun das Object oder vielmehr ſein Bild in der rückwärts verlängerten Richtung, die der Strahl unmittelbar vor dem Eintritte in's Auge hatte, ſieht es alſo *hinter* dem Spiegel.

Die Ablenkung des Lichtes auf ſeinem Wege durch die Luft iſt die Urſache, daß man einen nicht genau im Zenithe befindlichen Stern nie in derjenigen Stelle wahrnimmt, an der er wirklich iſt, denn allemal nähert er ſich ſcheinbar dem Zenithe, vergrößert ſeine Höhe. Die Differenz zwiſchen ſcheinbarer und wirklicher Höhe iſt um ſo größer, je näher das geſehene Object dem Horizonte iſt, und wird Null im Zenithe. Ein eben aufgehender Stern erſcheint um etwas mehr als einen Mondsdurchmeſſer über dem Horizonte, und *ſieht* man ihn genau im Horizonte, ſo iſt er in Wirklichkeit noch gar nicht aufgegangen.

Es erhellt, daß dieſe Eigenſchaft des Lichtes für die beobachtende Aſtronomie von äußerſter Wichtigkeit iſt, denn wenn man die Berechnung irgend einer Sternbahn auf die Beobachtung ſtützen ſoll, ſo muß man aus dieſer die wahre Höhe des Sternes kennen lernen und die genaue Kenntniß des Betrages dieſer *Strahlenbrechung* iſt ein für die Aſtronomie unumgängliches Element.

Man kennt die bezeichnete Wirkung der Atmoſphäre auf das Licht ſchon längſt, denn bereits im Alterthum hatte man Gelegenheit damit Bekanntſchaft zu machen. Man beobachtete nämlich eine Mondfinſterniß, bei welcher Sonne und Mond allerdings nahe am Horizonte, aber doch beide gleichzeitig über demſelben waren.

Bei der Mondfinſterniß müſſen die drei Himmelskörper Sonne, Erde und Mond in einer geraden Linie ſtehen, wobei die Erde zwiſchen der Sonne und dem Trabanten iſt. Stehen ſich aber Sonne und Mond gegenüber, ſo ſieht die eine Halbkugel der Erde (die Taghalbe) die Sonne, die Nachthalbe ſieht den Mond, aber man ſieht, weil die Erde nicht durchſichtig iſt, nirgends beide Geſtirne zugleich. Die Strahlenbrechung verurſacht, daß man gewiſſermaßen um die Ecke ſieht, und daß man an der Gränze, die die Taghalbe von der Nacht ſcheidet, ſowohl Sonne als Mond beobachten kann.

Um die Zeit von Chriſti Geburt wußte man bereits die Urſache der Sonnen- und Mondfinſterniſſe und da eine der letzteren eintrat, während

beide Geſtirne über dem Horizonte waren, erklärte Cleomedes die Erſcheinung, erklärte ſie aber der damaligen Anſicht vom Lichte zufolge gerade umgekehrt. Man glaubte nämlich damals, daß der Lichtſtrahl vom Auge aus- und zu dem geſehenen Objecte hingehe, um es ſichtbar zu machen. In dieſem Sinne ſagt Cleomedes, der Strahl, der vom Auge parallel mit der Erdfläche ausgehe, treffe auf eine dicke Luft, werde von ſeinem Wege abgelenkt und verfolge die ſchon unterm Horizonte befindliche Sonne.

Alhazen verſuchte die Wirkung der Refraction der Rechnung zu unterwerfen, wobei er von dem ganz richtigen Principe der Meridiandurchgänge ausging. Die geſammten Sterne des Himmels ſcheinen ſich nämlich täglich um eine Linie (Axe) herumzudrehen, welche das Himmelsgewölbe in der Verlängerung der Drehungsaxe der Erde in den beiden Himmelspolen ſchneidet. Dieſe Pole ſtehen ſich diametral gegenüber. Für die Punkte des Erdäquators liegen ſie im Horizonte (wenn man von der Strahlenbrechung abſieht), jeder andere Punkt der Erde ſieht nur einen dieſer Pole und dieſer iſt um eben ſo viele Grade über dem Horizonte, als die geographiſche Breite des Beobachtungsortes beträgt. Der Meridian dieſes Ortes geht durch deſſen Zenith und ſetzt ſich durch den Himmelspol nach dem Horizonte fort. Es müſſen nun in der Nähe des Himmelspoles Sterne ſein, die, wenn ſie die Runde um die Axe machen, zweimal über dem Horizonte durch den Meridian gehen, und dieſe Sterne können um ſo weiter vom Pole entfernt ſein, je größer die Breite iſt. Bei dieſem zweimaligen Paſſiren muß der Stern das einemal weiter vom Horizonte weg, das andere mal näher ſein, und weil die Wirkung der Luft das erſtemal ſchwächer iſt, das zweitemal ſtärker, wird der Stern im letzten Falle dem Pole näher zu ſein ſcheinen; da er aber immer gleichweit entfernt ſein muß, läßt ſich daran die Luftwirkung erkennen.

Tycho de Brahe und Rothmann, durch die Wirkung des warmen Bodens aufmerkſam gemacht, ſchloſſen, die Refraction müſſe in verſchiedenen Ländern verſchieden ſein, welchen Satz Kepler beſtätigte. Es muß nämlich, wenn die Luft ſehr dicht iſt, ihre Wirkung größer ſein, und da die Wärme die Dichtigkeit der Luft vermindert, wirkt ſie der Refraction entgegen. Niedriges Thermometer und hohes Barometer verſtärken die Strahlenbrechung.

Karl XI. von Schweden, Spole und Bilemberg machten Beobachtungen in Tornea in Lappland und daraus berechneten Caſſini und Picard die dortige Strahlenbrechung als noch einmal ſo groß als in Paris, während Bouguer ſie für den Aequator kleiner angab. Le Gentil dagegen ſetzte, geſtützt auf Beobachtungen, die er zu Pondichery angeſtellt hatte,

die Refraction der Tropen wieder höher, und es war daher zu entſcheiden, wer von beiden Recht habe.

Humboldt hatte auf ſeiner Reiſe, weil er zum Zwecke von Beſtimmungen geographiſcher Längen und Breiten darauf hingewieſen war, viele aſtronomiſche Beobachtungen angeſtellt, aus denen ſich die Refraction berechnen ließ. Die Rechnungen, die durch Oltmanns ausgeführt wurden, gaben ein anderes Reſultat als Bouguer erhalten hatte, und ſtimmten mit dem Le Gentil's zuſammen.

Humboldt widmete dem Gegenſtande eine größere Abhandlung, die ſich in dem erſten Bande der Observations astronomiques befindet. In dieſer Arbeit iſt nach einer geſchichtlichen Einleitung die Wirkung der einzelnen Umſtände unterſucht. Da die einzelnen Gaſe nicht alle gleichmäßiges Lichtbrechungsvermögen haben, ſo benutzte er die chemiſche Unterſuchung über die Luftzuſammenſetzung, von der oben die Rede war, hiezu; dann beſprach er die Einwirkung der Feuchtigkeit, den Einfluß der Wärme. Der Beſtimmung der Wirkung der Luftwärme muß eine Unterſuchung über die Abnahme der Wärme gegen oben vorausgehen, und Humboldt hat daher dieſe Verhältniſſe ſehr ausführlich beſprochen.

Die Refraction zeigt ſehr ſchön, wie in den Naturwiſſenſchaften oft das eine Fach von einem andern abhängig ſein kann, wo man es kaum ahnen ſollte. Die Aſtronomie, die ſich eigentlich doch nur mit Körpern beſchäftigt, die weit von unſerer Erde entfernt kaum je Proben in den Schmelztiegel des Chemikers liefern werden (denn die Meteorſteine, die einzigen Himmelskörper die von außen kommend dem Chemiker verfallen, laſſen ſich wenigſtens zur Zeit kaum als Objecte der Aſtronomie betrachten), iſt darum doch nicht unabhängig von der Chemie, wenigſtens hatte letztere hier die Frage zu beantworten, ob aus der Verſchiedenheit der chemiſchen Zuſammenſetzung eine Verſchiedenheit der Strahlenbrechung zu erwarten ſei. Die Frage iſt mit „Nein“ beantwortet worden, denn die chemiſche Conſtitution der Atmoſphäre ändert ſich nicht, wenigſtens nicht was den Gehalt an Sauerſtoff und Stickſtoff anbelangt, der Gehalt an Kohlenſäure iſt zu unbedeutend und der Waſſerdunſt hat denſelben Einfluß wie die trockene Luft, aber die Feſtſtellung des Umſtandes, daß eine Nebenwirkung auf eine Erſcheinung von einer Seite her nicht zu befürchten ſei, iſt gerade ſo wichtig als eine Unterſuchung, welche den allenfallſigen Betrag dieſer Nebenwirkung zu beſeitigen lehrt.

Von den Urſachen, welche die Refraction ändern, bleiben, da die chemiſche Beſchaffenheit der Luft ohne Einfluß iſt, noch die Wärme und die Dichtigkeit übrig, und von dieſen beiden iſt es die erſtere, welche, weil ſie

nach oben nicht gleichmäßig abnimmt, die ganze Bestimmung so unsicher macht, daß Sternbeobachtungen nur wenig Werth haben, wenn das gesehene Object nicht über 15° vom Horizonte entfernt ist.

Bei einer Wärme von 10° und 760^{mm} Barometerstand beträgt die Refraction im Horizonte 33′ 47″,9 d. h. ein Stern, der genau im Horizonte ist, erscheint um so viel höher. Bei 10° Höhe macht sie 5′ 20″,0 aus, bei 20° Höhe 2′ 38″,9, bei 30° noch 1′ 40″,7. Nach den Forschungen Humboldt's hat die Refraction in den Tropenländern, natürlich mit Berücksichtigung der dortigen Wärme, denselben Werth.

Die Thiere.

Auch die Zoologie, oder die Lehre von den Thieren, zerfällt den andern Naturwissenschaften conform und wie bereits am Eingange dieses Buches angedeutet wurde, in mehrere Sectionen, von denen als von Humboldt bereichert ich die systematische Zoologie, die vergleichende Anatomie, die Physiologie und die Geographie bezeichnen will.

Die systematische Zoologie hat Humboldt dadurch befördert, daß er eine große Anzahl von bisher wenig oder gar nicht gekannten Thieren aus Amerika mitbrachte, deren Beschreibung dann, wie bereits oben bemerkt, Cuvier, Latreille und Valenciennes übernahmen.

In der vergleichenden Anatomie untersuchte er die verschiedenartige Bildung des Kehlkopfes und des Zungenbeins bei Vögeln, Affen und Krokodilen, zeigte den Einfluß der Aenderung dieser Organe auf die Aenderung der Stimme bei den ersteren Thieren und entdeckte die eigenthümliche Organisation derselben bei den Krokodilen, welche diese Thiere befähigt, ihre Beute unter dem Wasser zu ergreifen, und den Rachen weit aufzusperren ohne Gefahr zu laufen, von dem nachstürzenden Wasser erstickt zu werden, welche ihm aber nicht erlaubt, die Beute auch unter dem Wasser zu verschlingen, sondern es nöthigt, zu diesem Zwecke an's Land zu gehen.

Will ich mich in Beziehung auf die ersten zwei Sectionen nicht zu weit in's Detail verlieren, so muß ich mich auf die vorstehenden Angaben beschränken, und der nachfolgende Theil dieses Kapitels soll daher den zwei andern Sectionen, der Physiologie und der Geographie der Thiere, aufbewahrt werden.

1. Die Phyſiologie der Thiere.

Unter den Arbeiten Humboldt's über Gegenſtände aus der Thierphyſiologie ſind es beſonders zwei, welche des ſich an ſie knüpfenden Intereſſes wegen im Nachſtehenden näher beſprochen werden ſollen: die eine iſt eine Fortſetzung ſeiner Unterſuchungen über die thieriſche Elektricität, von der bereits im vorigen Abſchnitte in dem Kapitel Reizbarkeit die Rede war, die andere iſt eine Anwendung ſeiner Forſchungen über die Zuſammenſetzung der Luft auf den thieriſchen Haushalt.

Die erſtere Arbeit beſchäftigt ſich mit den elektriſchen Fiſchen, ſolchen Thieren, die vermöge eines ganz eigenthümlichen Apparates die Fähigkeit haben, unter gewiſſen Umſtänden auf andere Thiere eine Wirkung auszuüben, welche mit der des elektriſchen Schlages eine auffallende Aehnlichkeit hat. Dieſe Unterſuchungen umfaſſen mehrere Abhandlungen, die ſich in den Observations de zoologie, der Relation historique, in dem S. 124 angeführten Verſuch über die elektriſchen Fiſche und in den Annales de ch. et phys. befinden.

Die elektriſche Wirkung der Fiſche iſt am längſten bekannt bei dem zuerſt im Mittelländiſchen Meere gefundenen und dort vorzugsweiſe gefangenen, aber auch in andern Meeren lebenden Zitterrochen (Raja Torpedo), deſſen ſich ſchon die alten Griechen zu Curen in ähnlicher Abſicht bedienten, wie wir jetzt die elektromagnetiſchen Apparate anwenden. Humboldt zählt in ſeiner erſten Abhandlung[1] 5 Arten von elektriſchen Fiſchen auf: Trichiurus indicus, Tetrodon electricus, Raja Torpedo, Silurus electricus und Gymnotus electricus, von denen die erſten 3 im Meere, die 2 letztern im Süßwaſſer leben. Später[2] führt er deren 7 an: Torpedo narke Risso, T. unimaculata, T. marmorata, T. Galvanii, Silurus electricus, Tetrodon electricus, Gymnotus electricus; von Trichiurus electricus ſagt er, daß die elektriſche Eigenſchaft ungewiß ſei.[3]

Wenn auch die Kunde von der ſeltſamen Eigenſchaft des Zitterrochens ſchon ſehr alt iſt, ſo hat doch erſt Walſh (1772) zu La Rochelle und auf

1) Observations de zoologie I. 59.

2) Rel. hist. II. 177.

3) Ein größeres Verzeichniß von elektriſchen Fiſchen findet ſich in dem Aufſatze: Die geogr. Verbreitung der el. Fiſche in Petermann's Geogr. Mittheilungen für 1856 S. 81.

der Inſel Re genauere Unterſuchungen darüber angeſtellt. Seine Reſultate ſind in Kürze folgende.

Befindet ſich ein Zitterrochen in der Luft, ſo erhält man einen Schlag, wenn man direct irgend einen Theil ſeiner Haut entweder mit dem Finger oder mit der ganzen Hand anfaßt, und ebenſo erhält man einen Schlag, wenn man das Thier mit einem guten Leiter der Elektricität, etwa einem Metallſtabe, ſelbſt wenn er mehrere Fuß lang iſt, berührt; dagegen wird der Schlag durch jeden Nichtleiter aufgehalten. Darum kann man ungeſtraft einen Glasſtab oder eine Harzſtange an den Rochen halten, man kann ihn ſogar mit einem (leitenden) Streifen Zinn berühren, der auf eine Glasſtange geklebt, aber an einer Stelle etwa durch einen Meſſerſchnitt unterbrochen iſt. Geben ſich mehrere Perſonen die Hände, von denen die erſte den Fiſch berührt, ſo fühlt auch noch die zweite und ſelbſt die dritte den Schlag, doch nimmt dieſer an Intenſität ab. Der Schlag iſt aber noch in einer Kette von 20 Perſonen fühlbar, wenn ſie ſich die Hände reichen und die erſte den Fiſch am Leibe, die letzte im Rücken anfaßt. In dem (die Elektricität leitenden) Waſſer iſt der Schlag des Fiſches ſchwächer; dagegen können hier von ihm Wirkungen auf die Ferne ausgeübt werden, was in der Luft nicht ſtattfindet. Walſh hat in der That beobachtet, daß der Zitterrochen auf einige Entfernung hin kleine Fiſche erſchlägt oder wenigſtens betäubt. Wenn der Fiſch einen Schlag ertheilt, ſo iſt dieſes ſtets ein willkürlicher Act; manchmal kann man ihn mehreremal hinter einander berühren, ohne einen Erfolg zu empfinden; wenn man ihn aber reizt, indem man ihn in die Floßfedern kneipt, ſo kann man ſicher ſein, verſtärkte Schläge zu erhalten. Walſh hat manchmal an 50 Entladungen in einer Minute gezählt.

Die Eigenſchaften des Zitteraals (Gymnotus electricus) ſind denen des Zitterrochens ebenfalls durch Walſh, der ſich den Fiſch aus Surinam bringen ließ, als analog befunden worden. Die anatomiſchen Verhältniſſe beider Fiſche hat zuerſt Hunter[1] unterſucht. Bei dem Zitterrochen geht das elektriſche Organ an ſeiner Peripherie bis dicht an den Vorderrand des Kopfes, ſeine obere Fläche ſtößt mittelſt einer faſerigen Haut an die Haut des Rückens, ſeine untere an die des Bauches. Von oben oder unten geſehen zeigt es polygonale oder rundliche Abtheilungen, von der Seite aber ſieht man parallele Streifen. Das ganze Organ beſteht aus einer Menge von Säulchen, deren Axe die Richtung vom Bauche zum Rücken hat.

1) Anatomical observations on the torpedo. (Phil. Trans. 1773) und An account of the gymnotus electricus. (Ib. 1775.)

Die Randbegränzung jeder Säule bildet eine etwas dichtere, sehnige Membran, die die eine Säule von der andern scheidet, und jede der letzteren besteht aus einer Menge auf einander geschichteter feiner Blättchen, welche bald eben bald gebogen durch sehr klebrige Schleimschichten von einander getrennt sind. Man findet bei dem Zitterrochen gewöhnlich 400—500 solcher Säulchen auf jeder Seite; Hunter zählte deren bei einem sehr großen Exemplare von 4½ Fuß Länge sogar 1184. Starke Nervenbündel, stärker noch als bei dem Zitteraale vertheilen sich in das elektrische Organ.

Bei dem Zitteraale ist das genannte Organ in dem sehr langen Schwanze, der fast 4½mal so lang ist, als Kopf und Rumpf zusammen; je in 2 Theile, einen größern und einen kleinern, gesondert, ist es fast der ganzen Länge des Schwanzes nach ausgedehnt, so daß es mithin viel größer ist, als bei dem Zitterrochen, ein Umstand, dem auch die stärkere Wirkung (Humboldt schätzt sie auf das Zehnfache des Zitterrochens) zuzuschreiben ist. Bei dem Aale stehen die Säulchen nicht vertical wie bei dem Rochen, sondern horizontal, so daß bei ihm zwischen vorn und hinten ein ähnlicher Gegensatz zum Vorschein kommt, wie bei dem Rochen zwischen oben und unten.

Die elektrischen Aale finden sich am häufigsten in den kleinen Flüssen und in den stehenden Gewässern oder Sümpfen, welche hier und da in den Llanos, den ungeheuren Ebenen vorkommen, die sich zwischen dem Orinoco und der Küstenkette von Venezuela ausbreiten. Humboldt hat diejenigen Aale, mit denen er Versuche machte, bei Calabozo gesehen.

Da die Indianer aus Furcht vor den Schlägen nicht dazu zu bringen waren, ihm lebende Exemplare des Gymnotus zuzutragen, so entschloß er sich, selbst einer Jagd auf diese Thiere beizuwohnen. Man bedient sich hiezu einer Anzahl halbwilder Pferde, die man aus den benachbarten Grasfluren zusammentreibt.

„Die Indianer", sagt Humboldt[1], „hatten eine Art von Treiben angestellt; die Thiere wurden von allen Seiten eingeschlossen und endlich in den Sumpf hineingezwungen. Das interessante Schauspiel, welches sich uns darbot, dieser Kampf der Zitteraale mit den Pferden läßt sich mit Worten nur unvollkommen schildern. Die Indianer, jeder mit langen Bambusröhren und Harpunen bewaffnet, stellten sich um den Sumpf. Einige kletterten auf die Baumäste, die sich über dem Wasser ausbreiteten. Durch ihr Geschrei und ihre langen Bambusröhre trieben sie die Pferde, wo sie

1) Observations de zoologie I. 55. — Eine ähnliche Beschreibung dieser interessanten Jagd findet sich in den „Ansichten der Natur." (Steppen und Wüsten.)

sich dem Ufer näherten, zurück. Die durch den Lärmen erschreckten Zitteraale vertheidigten sich mit den wiederholten Entladungsschlägen ihrer elektrischen Batterie. Lange schien es, als würden sie den Sieg über die Pferde und Maulesel davontragen. Mehrere von diesen, durch die Menge und Stärke der elektrischen Schläge betäubt, verschwanden unter dem Wasser; einige derjenigen, die sich wieder aufrafften, erreichten, ungeachtet der Wachsamkeit der Indianer das Ufer, und streckten sich hier, von der Anstrengung erschöpft, und durch die starken elektrischen Schläge an allen Gliedern gelähmt, der Länge nach auf die Erde. Ein geschickter Maler hätte den Augenblick auffassen sollen, da die Scene am belebtesten war. Die Gruppen der Indianer, welche den Sumpf umringen; die Pferde, welche mit gesträubten Mähnen, Schrecken und wilden Schmerz im Auge, dem einbrechenden Ungewitter zu entfliehen suchen; die gelblichen und schlüpfrigen Aale, welche großen Wasserschlangen ähnlich auf der Oberfläche des Wassers schwimmen und ihre Feinde verfolgen; alle diese Züge bildeten ein höchst malerisches Ganze. Unwillkürlich erinnerte ich mich dabei des berühmten Gemäldes eines Pferdes, das unvermuthet in einer Höhle durch den Anblick eines Löwen geschreckt wird. Der Ausdruck des Entsetzens ist hier nicht stärker als in jenem ungleichen Kampfe der Fische und Pferde."

„In weniger als fünf Minuten waren bereits zwei Pferde ertrunken. Die Aale, deren mehrere über fünf Fuß lang sind, schlüpften den Pferden und den Mauleseln unter den Bauch, und gaben dann Entladungen ihres ganzen elektrischen Organs. Diese Schläge treffen zugleich das Herz, die Eingeweide, und besonders das Nervengeflecht des Magens. Es ist daher nicht zu verwundern, daß der Fisch auf ein großes vierfüßiges Thier eine viel mächtigere Wirkung, als auf einen Menschen hervorbringt, der ihn nur mit den Extremitäten berührt. Doch zweifle ich, daß der Gymnotus im eigentlichen Sinne des Worts die Pferde tödtet; er betäubt sie nur, wie ich glaube, durch die wiederholten Erschütterungsschläge, die er ihnen gibt; sie fallen in eine tiefe Ohnmacht, und verschwinden besinnungslos unter dem Wasser; die andern Pferde und Maulesel treten ihnen auf den Leib und in wenig Minuten sind sie wirklich todt. Nach diesem Anfang schien es, als würde die Jagd ein sehr tragisches Ende nehmen, und die Pferde eines nach dem andern ertrinken. Wenn sie nicht herrenlos sind, so bezahlt man jedes, welches stirbt, mit anderthalb bis zwei Piaster. Die Indianer versicherten uns, die Jagd würde bald geendigt sein und nur der erste Angriff der Zitteraale sei furchtbar. In der That kommen die Gymnoten nach einiger Zeit in den Zustand entladener Batterien; sei es nun, daß die galvanische Elek-

tricität ſich durch Ruhe in ihnen häufe, oder daß ihr elektriſches Organ durch einen zu häufigen Gebrauch ermüdet und zu ſeinen Verrichtungen unbrauchbar gemacht wird. Zwar iſt ihre Muskelbewegung dann immer noch eben ſo lebhaft, als zu Anfang; ſie haben aber nicht mehr das Vermögen, kräftige Schläge zu ertheilen. Als der Kampf eine Viertelſtunde gedauert hatte, ſchienen die Pferde und Mauleſel minder geſchreckt. Sie ſträubten die Mähnen nicht mehr. Ihr Auge drückte ſelten Schmerz aus. Nirgends ſah man ſie fallen und unter dem Waſſer verſchwinden. Auch ſchwammen die Aale mit dem halben Leibe auf der Oberfläche des Sumpfes, flohen vor den Pferden, die ſie vorher angegriffen, und näherten ſich dem Ufer. Die Indianer verſicherten uns, daß, wenn man die Pferde zwei Tage hintereinander in den Sumpf treibe, am zweiten kein Pferd mehr getödtet werde. Die Fiſche müſſen Ruhe und hinlängliche Nahrung haben, um eine große Menge galvaniſcher Elektricität zu erzeugen oder anzuhäufen. Aus den Verſuchen, welche man in Italien mit Zitterrochen gemacht hat, iſt es bekannt, daß, wenn die Nerven, welche in die elektriſchen Organe gehen, zerſchnitten oder unterbunden werden, die Organe in ihrer Wirkung gerade ſo gehemmt ſind, wie ein Muskel, deſſen Hauptarterie oder Hauptnerv unterbunden iſt. Die elektriſchen Organe des Zitterrochens und des Zitteraals ſind folglich der Herrſchaft des Nervenſyſtems unterworfen. Sie ſind keineswegs gewöhnliche elektromologiſche Apparate, welche nach Art unbelebter Volta'ſcher Säulen aus den benachbarten Waſſerſchichten die ihnen entzogene Elektricität wieder anziehen. Es darf uns daher nicht befremden, daß die Stärke der elektriſchen Schläge des Zitterals von dem Zuſtande ſeiner Geſundheit abhängt und daß Ruhe, Nahrung, Alter und vielleicht eine große Menge anderer phyſiſcher oder moraliſcher Gründe darauf Einfluß haben."

„Die Zitteraale, welche nach dem Ufer fliehen, werden ſehr leicht mit kleinen an einen Strick befeſtigten Harpunen gefangen, die man ihnen in den Leib wirft; die Harpune ſpießt manchmal ihrer zwei auf. Iſt der Strick ſehr trocken und ziemlich lang, ſo kann man ſie damit an's Land ziehen, ohne Schläge zu erhalten. In wenigen Minuten waren fünf große Gymnoten auf dem Trocknen. Wir hätten über zwanzig haben können, hätten wir ihrer ſo viele zu unſern Verſuchen bedurft. Einige waren nur leicht am Schwanze verwundet, andere ſchwer am Kopfe, und wir konnten deutlich beobachten, wie die Intenſität der natürlichen Elektricität dieſes Fiſches durch die verſchiedene Stärke der Lebenskraft modificirt wird."

Die Unterſuchung der anatomiſchen Verhältniſſe des Zitteraals führte Humboldt im Allgemeinen zu demſelben Reſultate, zu dem ſchon früher

Hunter gelangt war, und welches oben angegeben ist; doch hält er es für möglich, daß die außerordentlich große Schwimmblase des Gymnotus, die sich mitten durch die Theile des elektrischen Organs ihrer ganzen Länge nach hinzieht, und der chemische Einfluß der in der Blase enthaltenen Luft oder vielmehr des von ihr an die Organe abzugebenden Sauerstoffs nicht ohne Einfluß sei. Es ist dieses ein Zusatz zu der elektrochemischen Theorie Humboldt's, welche bereits im vorigen Abschnitte bei Besprechung der Reizbarkeit erwähnt wurde. Ich habe oben angeführt (S. 29 u. 40), daß Humboldt auf die Wirkung des Sauerstoffs große Bedeutung gelegt habe; auch dieses kommt hier wieder vor, sowie seine Ansicht über den Zusammenhang von chemischen Processen mit dem Denken. Er sagt:[1] „So gering auch die Aehnlichkeit ist, welche die Medullarsubstanz des Gehirns mit der albuminösen und gelatinösen Materie der elektrischen Organe zeigt, so stimmen beide doch in der großen Menge des arteriellen Bluts überein, welches ihnen zugeführt wird, und das sich in ihnen desoxydirt. Es würde unstreitig eben so unschicklich sein, zu behaupten, der Sauerstoff dieses Bluts werde in den elektrischen Organen dazu verwendet, das elektrische Fluidum zu bilden (nimmt man anders die materielle Existenz eines solchen Fluidums an), als es unphilosophisch wäre, eine Absorption des Sauerstoffs durch das Denken selbst behaupten zu wollen. Wir wissen bloß, daß eine große Thätigkeit in den Verrichtungen des Gehirns das Blut reichlicher nach dem Kopfe zieht; sowie daß eine heftigere Bewegung der Muskeln die Desoxydation des arteriellen Blutes beschleunigt. Die Menge und Größe der Blutgefäße des elektrischen Gymnotus contrastiren übrigens wunderbar mit dem kleinen Umfange seines Medullarsystems, ein Contrast, der den Physiologen auf die Idee leitet, daß drei übrigens ziemlich heterogene Functionen des thierischen Lebens, die Functionen des Gehirns, des elektrischen Organs und der Muskeln gleichmäßig des Zuflusses und der Einwirkung des oxygenirten oder arteriellen Blutes bedürfen."

Die Empfindung, welche der Gymnotus durch seine Schläge erzeugt, hält Humboldt für ganz verschieden von denen, welche durch den Conductor einer Elektrisirmaschine, eine Leydner Flasche oder die Volta'sche Säule hervorgerufen werden. Je schwächer die Schläge, um so größer erscheint die specifische Verschiedenheit, denn heftige Erschütterungen bringen eine so fürchterliche Empfindung hervor, daß man sich außer Stande sieht, Vergleichungen anzustellen. Humboldt sagt, er erinnere sich nicht, je von einer

1) Observations de zoologie I. 65.

großen Leydner Flasche so fürchterliche Schläge erhalten zu haben, als einen von einem Gymnotus, auf den er, als man ihn aus dem Wasser gezogen hatte, beide Füße setzte. Er empfand den ganzen Tag über eine Lähmung in den Knieen und fast in allen Gelenken des Körpers. Bedenkt man dabei, daß ein Gymnotus, der nach der vorhin angegebenen Jagd gefangen, theils an die Thiere, theils an das Werkzeug, das davon allerdings nichts spürt, seine kräftigsten Schläge schon abgegeben hat, der also schon ziemlich erschöpft ist, noch so enorme Wirkungen ausüben kann, so läßt sich wohl denken, was für ein Gefühl es sein müsse, einen kräftigen Schlag eines noch ungeschwächten Aales zu erhalten. Am meisten Aehnlichkeit mit den Zitteraalwirkungen findet Humboldt bei demjenigen Schmerz, welcher entsteht, wenn man wunde Stellen des Rückgrats oder der Hand mit Zink und Silber armirt, wovon bereits oben S. 37 die Rede war.

Es liegt gänzlich in der Willkür des Fisches, wenn er einen Schlag ertheilen will, und ebenso hängt die Stärke des Schlages von ihm ab, sowie auch der Ort, welcher berührt die Empfindung verursachen soll, und darum kann von zwei Personen, die den Fisch gleichzeitig an ganz nahe gelegenen Stellen berühren, die eine einen Schlag empfinden, die andere nicht.

Zur Zeit als Walsh die elektrischen Fische untersuchte, kannte man den Galvanismus noch nicht. Humboldt und Bonpland waren die ersten Forscher, welche nach der genannten Entdeckung ihre Versuche mit Zitteraalen anstellten.

Wie oben S. 42 erwähnt, wurde die Construction der Volta'schen Säule erst 1799, also in dem Jahre der Abreise Humboldt's nach Amerika, entdeckt und unser Gelehrter, der sie nicht kennen konnte, war daher auch nicht in der Lage, Vergleiche zwischen den elektrischen Organen der Fische und der Volta'schen Säule anzustellen. Der Apparat Volta's hatte, wie ebenfalls schon angegeben, zwar an sich eine hohe Bedeutung, war aber dem Studium der thierischen Elektricität wenigstens am Anfange mehr hemmend als fördernd. Bei dem Streite zwischen Volta und Galvani, von denen der erstere den Sitz der beobachteten Wirkung an die Berührungsstelle der heterogenen Metalle, der andere in das Thier legte, war es von ungemeiner Wichtigkeit, einen Apparat zu finden, der mit Umgehung aller thierischen Stoffe thätig war, und die Volta'sche Säule erfüllte diesen Zweck so vollkommen, daß man mit ihrer Hülfe sogar chemische Verbindungen, wie das Wasser, zerlegen konnte. Nun war aller Physiker Aufmerksamkeit auf diesen Apparat gerichtet, und während die Beobachtungen mit Thieren wenig fortgesetzt wurden, hatte man sich an den Gedanken gewöhnt, daß die

oben erwähnten Muskelcontractionen der Frösche nichts anderes seien, als die Wirkungen sich berührender heterogener Metalle. Volta's Theorie hatte vollkommen gesiegt. Wohl benutzte man die Thiere noch, um die Stärke der Wirkung aus der Bewegung ihrer Muskeln zu finden; aber auch diese Anwendung hörte auf, als man fand, daß durch die Menge des zerlegten Wassers genauere Bestimmungen gemacht werden können, als durch das stärkere oder schwächere Zappeln eines Frosches.

Humboldt, der sich in seinen früheren Untersuchungen von dem Vorhandensein einer galvanischen, von der Metallelektricität unabhängigen Wirkung der Thiere überzeugt hatte, fand bei seiner Rückkehr das von ihm bearbeitete Feld verlassen und schrieb seine Abhandlung über die elektrischen Fische, die den schlagendsten Beweis von der Existenz einer thierischen Elektricität geben, zum Theil darum, um die Naturforscher zu der verlassenen Fahne zurückzurufen.

Die Volta'sche Batterie in ihrer ursprünglichen Form erhält man, wenn man Platten von Zink und Kupfer auf einander legt, darauf einen Wollen- oder Filzlappen legt, der mit Salzwasser getränkt ist, hierauf wieder Zink- und Kupferplatten nimmt u. s. w. Die gleichzeitige Berührung der beiden Enden einer so construirten Säule wird eine eigenthümliche Empfindung herbeiführen, und wenn man Metalldrähte von den beiden Endplatten (Polen) in ein Gefäß mit gesäuertem Wasser leitet, wird dort eine Wasserzerlegung zum Vorschein kommen. Verbindet man nicht die Endplatten, sondern einander nähere Stücke, so wird der Erfolg um so geringer sein, je näher die Platten einander sind. Diese Construction hat die auffallendste Aehnlichkeit mit den oben erwähnten Säulchen des elektrischen Organs, und außerdem hat auch schon Walsh gefunden, daß der Schlag bei dem Rochen stärker ist, wenn man Rücken und Bauch des Fisches gleichzeitig berührt, als wenn dieses nicht geschieht, denn man hat ja auch in diesem Falle mit den beiden Enden (Polen) der erwähnten Säulchen zu thun. Diese Thatsachen mußten die Analogie zwischen den elektrischen Organen der Fische auf's unzweifelhafteste feststellen, und die Durchführung dieser Analogie ist auch Humboldt und Gay-Lussac bei ihren in Neapel mit Zitterrochen angestellten Versuchen[1] gelungen.

Der Zitterrochen ertheilt nach diesen Versuchen nur Schläge, wenn man sein elektrisches Organ berührt, und der Schlag wird mit wachsender Größe der Berührungsstelle empfindlicher. Er läßt sich sehr gut mit einer

1) Ann. de ch. et phys. XI. 1819.

geladenen Volta'schen Säule vergleichen, wenn man darauf Rücksicht nimmt, daß die Zeit, wenn ein Schlag ertheilt werden soll, weniger in der Willkür des Experimentators als in der des Fisches liegt. Berührt man den Rochen mit einem Stücke Eisen an einer Stelle, so fühlt man, wenn auch der Fisch reagirt, was man bei dem Rochen, nicht aber beim Zitteraal, an einer convulsivischen Bewegung der Flossen bemerkt, nichts.[1] Man spürt eben so wenig etwas, als wenn man nur einen einzelnen Pol einer Säule anfaßt; wohl aber bemerkt man den Schlag, wenn der Fisch gleichzeitig oben und unten angetupft wird. Die Versuche beider Forscher führen darauf, daß der eine Pol des Fischorgans oben, der andere unten ist. Auch spürt man den Schlag, wenn man den Fisch auf eine Metallschüssel legt, eine zweite Platte auf ihn legt, und dann beide gleichzeitig berührt, d. h. immer vorausgesetzt, daß auch der Fisch es haben will; dagegen beobachtet man nichts, wenn beide Platten sich unter einander berühren, wie man auch nichts fühlt, wenn man die 2 Pole einer Säule berührt, die außerdem mit einander in leitender Verbindung sind.

Eine Einwirkung der thierischen Elektricität auf das Elektrometer konnte Humboldt weder bei dem Rochen noch bei dem Aale wahrnehmen.[2]

Während die Humboldt-Gay-Lussac'schen Versuche mit dem Zitterrochen durchaus solche sind, die sich auf die Wirkung eines der Volta'schen Säule analog eingerichteten Apparates reduciren lassen, so ist dieses nicht ganz bei den Humboldt-Bonpland'schen mit dem Zitteraale der Fall. Die Versuche sind zwar zu einer Zeit angestellt, in welcher die Beobachter die Volta'sche Säule nicht kannten; es ist aber darum doch nicht einzusehen, warum sich eine nachträgliche Vergleichung nicht anstellen lassen sollte. Die Beobachtung, welche sich nur schwer mit der Theorie der Voltasäule in Zusammenhang bringen läßt, ist die, daß Humboldt bei dem Aale abweichend von dem Rochen die Wirkung nicht als mit der berührten Oberfläche wachsend fand, wenn auch der Fisch im Trocknen war.[3] Ebenso läßt sich schwer erklären, wie ein an einer Angelschnur hängender Fisch durch diese auf den Fischer wirken kann, der mit dem Wasser nicht in Verbindung steht.[4] Humboldt vermuthet zwar, daß die Entladung des Fisches durch die Haut desselben stattfinde, daß also der Austausch der beiden Elektricitäten

1) Es widerspricht dieses der obigen Angabe von Walsh.

2) Dieses ist erst später Linari gelungen.

3) Doch fand er (Rel. hist. II. 181) diesen Unterschied bei den Schlägen sehr geschwächter Fische.

4) Observ. de zool., I. 74, auch Ansichten der Natur. 3. Aufl. I. 33.

an dem Thiere selbst vor sich gehe und die Wirkung auf den Experimentator eine Seitenwirkung sei, doch besitzen wir zur Zeit keinen Apparat, in dem ein galvanischer Vorgang stattfindet, und der nur, durch einen schmalen Leiter, etwa einen Draht, mit einem fernstehenden isolirten Beobachter verbunden, eine bedeutende Wirkung auf denselben auszuüben vermöchte.

In späterer Zeit hat auf Humboldt's Veranlassung Faraday[1] mit dem Zitteraale Versuche gemacht, denen zufolge die Analogie des Fischorgans mit der Volta'schen Säule durchgeführt wird, die aber den Humboldt'schen Versuch nicht erwähnen. Es ist nicht unmöglich, daß bei den Versuchen Humboldt's ein Irrthum mit untergelaufen, ein Versehen gemacht worden sei; allein so lange dieses nicht bewiesen ist, sind wir auch nicht befugt, es anzunehmen, denn nur allzuoft ist der Fall in der Geschichte der Naturwissenschaften vorgekommen, daß früher gemachte Beobachtungen erst in späterer Zeit erklärt werden konnten, und so lange als unerklärte Facta stehen blieben, ja meistens als irrthümlich angenommen wurden. Ganz unwissenschaftlich dagegen wäre es, eine Beobachtung darum als auf einem Irrthum beruhend zu erklären, weil man nicht im Stande ist, sie mit der Theorie in Zusammenhang zu bringen.

Worin sich die Angaben Humboldt's von denen eines Theiles der übrigen Experimentatoren unterscheiden, ist der Umstand, daß nach ersterem die Wirkung des Rochens sowohl als des Aals nur bei unmittelbarer Berührung mit dem Finger oder einem Elektricitätsleiter eintritt, während letztere gesehen haben, wie die Thiere Fische in der Entfernung tödteten, und Humboldt erklärt sich dieses daraus, daß seine Fische frisch gefangen und noch scheu ihre Waffe nur zur Vertheidigung benutzten, während ein an die Gefangenschaft gewöhntes Exemplar sie möglicherweise auch zum Angriffe, also in die Ferne wirkend, gebrauchen kann. Faraday beobachtete, daß sein Aal, wenn er einen Fisch betäuben wollte, sich so bog, daß er einen Theil eines Kreises ausmachte, in dessen Lücke sich die Beute befand. Hierauf erfolgte die Explosion. Nach Faraday geht der elektrische Strom vom vordern Ende des Aals durch das Wasser nach dem Schwanze, und wer seine Hände in des Fisches Nähe in das Wasser steckt, fühlt den Schlag. Berührt man den Fisch an 2 verschiedenen Stellen, so geht nur ein Theil des Stromes durch den Beobachter, der andere durch das Wasser, und darum sind, wie bereits oben erwähnt, die Schläge stärker, wenn man den

1) On the character and direction of the electric force of the Gymnotus. Phil. Trans. 1840.

Fisch in's Trockne bringt, denn es ist der Seitenschlag durch das Wasser vermieden. Dieser Seitenschlag wäre es, den man allein fühlt, wenn man den Fisch in einem Gefäße trägt, ohne ihn zu berühren, wo also Gefäß und Beobachter die Stelle eines Theiles des Wassers einnehmen; doch ist darum nicht gut einzusehen, wie eine bedeutende Wirkung hervorkommen soll, wenn man den Fisch nur mit einem spitzigen Drahte, also nur an einer ganz kleinen Stelle berührt.

Humboldt benutzte die schöne Gelegenheit, welche sich ihm bei der Beschiffung des Magdalenenflusses bot, um die Respirationsverhältnisse der Krokodile zu untersuchen.[1] Begreiflicherweise kann hier nicht von erwachsenen Individuen, die eine Länge von 20 Fuß haben, die Rede sein, sondern nur von jungen, 15—20 Tage alten Thieren, ein Umstand, der jedoch hier darum weniger in's Gewicht fällt, da die Jungen der eidechsenartigen Thiere sich wohl von den alten durch ihre Größe unterscheiden, aber keine solchen Veränderungen erleiden, welche die froschähnlichen Thiere durchzumachen haben, die, in ihrer Jugend eher mit den Fischen übereinstimmend, erst nach einiger Zeit ihre definitive Gestalt erhalten.

Es war im Monat Mai, zu der Zeit, als die Krokodile eben aus den Eiern schlüpften. Die Pfützen, die mit dem Strome in Verbindung stehen, sind alsdann von einer unzählbaren Menge dieser Thiere erfüllt, und wenn nicht die Raubvögel einen großen Theil derselben auffräßen, müßten die Krokodile sich dort in einer Weise vermehren, daß jene Gegenden für Menschen kaum mehr zugänglich wären. Die Indianer haben eine große Geschicklichkeit, die Thiere zu fangen; sie halten ihnen ein Stück Holz hin; diese beißen voll Zorn hinein und dann werden sie am Genick gepackt. In wenig Stunden hatte Humboldt an 40 Stück von einer Länge von 12—16 Zollen bei einander, die trotz ihrer geringen Größe ziemlich schwer zu behandeln waren. Drei Krokodile, die ein Alter von 15—16 Tagen hatten, wurden in Glocken gebracht. Um sie zu zwingen, daß sie ihre Schnauze außerhalb des Wassers hielten und um sie zugleich zu verhindern, durch Bewegung ihres Schweifes die Glasglocke zu zerschlagen, wurden sie mit den Füßen und dem Schweifende an Kreuze von Bambusholz gebunden, während Kopf, Hals und Brust frei blieben. In die Glocken kamen 138 Cubikcentimeter Luft, der Rest war Flußwasser. An die Sonne gestellt, schienen die Thiere wie im Freien zu athmen. Nach Verlauf einer Stunde oder einer Stunde und 10 Mi-

1) Observations de zoologie, I. 253.

nuten gaben die 3 Thiere Zeichen von Uebelbefinden; sie suchten ihren Kopf unter das Wasser zu bringen, wie wenn sie ihn dem Einflusse einer schädlichen Luft entziehen wollten. Ihre Respiration war langsamer geworden, dann neigten sie den Kopf und hierauf folgten heftige Krämpfe. Während dieser Krämpfe hatte eines der Krokodile das Bambuskreuz zerrissen und die Glocke zerschlagen. Die zwei andern Thiere wurden 1 Stunde 43 Minuten nach Beginn des Experimentes aus dem Apparate genommen. Als sie an die frische Luft gekommen waren, öffneten sie den Rachen, als wollten sie auf einmal recht viel Luft einathmen, ihre Augen erglänzten von neuem, und ihre vorherige Wildheit stellte sich in wenig Minuten wieder her. Sobald sich Humboldt ihnen näherte, machten sie Miene ihn anzugreifen und stießen einen durchdringenden Schrei aus, wenn er ihren Schweif berührte. Das Geschrei, das die jungen Krokodile oft hören lassen, ähnelt dem der Katzen, während das der alten sehr selten zu sein scheint, da Humboldt und sein Gefährte, obwohl sie mehrere Jahre in der Heimath dieser Thiere lebten und am Orinoco viele Nächte umringt von ihnen im Freien zubrachten, dasselbe nie gehört haben.

Die Luft der beiden Glocken hatte sich von 1000 zu 1124 und 1154 Theilen vermehrt und ihre Zusammensetzung ergab sich aus dem Mittel von 5 mit Stickstoffoxyd gemachten Versuchen in 1000 Theilen zu

95 und 82 Kohlensäure,
60 = 76 Sauerstoff,
845 = 842 Stickstoff.

Daraus geht hervor, daß das Krokodil in einer Luft, die nicht erneuert wird, leidet; das Unbehagen beginnt, wenn die umgebende Luft nur 8 bis 9 Procente Sauerstoff enthält.

Sind nur 5—6 Procente dieses Gases vorhanden, so geht das Thier zu Grunde. Ein Krokodil in eine Luft gebracht, in der ein anderes erstickt war, war nach Verlauf von einer halben Stunde schon sehr leidend, und die Angabe der Indianer, ein Krokodil könne Tage lang unter dem Wasser schlafen, bestätigt sich daher nicht, da das Thier kein Organ hat, um im Wasser zu athmen.

Die vorstehenden Beobachtungen gelten übrigens nur für die Zeit, in welcher ihre Lebensthätigkeit in vollem Gange ist, und die Erscheinungen müssen ganz andere sein, wenn die Krokodile in den trockenen Monaten der heißen Zone und den kalten Monaten der gemäßigten in der thonigen Erde oder im Flußschlamme erstarrt liegen. Humboldt führt hier die Beobachtung Carrabori's an, daß auch die Frösche im Sommer zu Grunde

gehen, wenn man sie 40 Minuten in's Wasser hält, während sie den ganzen Winter am Boden der Sümpfe zubringen.

Die durch die Respiration der Krokodile hervorgerufene Sauerstoffabsorption ist sehr gering, da ein 3 Decimeter langes Thier in 1 Stunde 43 Minuten nur nahezu 20 Cubikcentimeter aus der umgebenden Luft nahm. Es entspricht dieses der geringen Masse Blutes dieser Reptilien, welche Humboldt und Bonpland bei der Section eines großen Thieres dieser Gattung fanden. Ein junges Krokodil, das sechsmal so lang ist als ein Frosch, hat kaum ein größeres Herz als dieser. Den Zuwachs von Luft, der sich bei obigem Versuche ergab, hält Humboldt für eine Ausstoßung von Stickstoff, die während des Uebelbefindens der Thiere aus Schlund, Magen und Lunge stattfand.

Humboldt hat die Versuche über die Respiration der Krokodile auf seiner Reise angestellt und mußte, da er weder ein Volta'sches Eudiometer noch Phosphor bei sich hatte, das Stickstoffoxyd benutzen. Ich habe diese Abhandlung darum in Kürze erwähnt, um zu zeigen, wie der große Mann trotz aller Schwierigkeiten, die sich seinen Wanderungen durch die Wildnisse eines tropischen Landes entgegenstellten, keinen Zweig der Wissenschaften vergaß, und wenn auch manche Verhältnisse, wie z. B. die Untersuchung, wie die Krokodile sich in einer Luft verhalten, die an Kohlensäure reicher ist, als die atmosphärische, unberücksichtigt geblieben sind, so darf nicht vergessen werden, daß man leichter in einem physiologischen Kabinete, das mit allen Hülfsmitteln der Wissenschaft ausgestattet ist, experimentirt, als in einer völlig abgelegenen Gegend. Außerdem machen die Humboldt'schen Versuche zur Zeit den ganzen Schatz unseres Wissens über den besprochenen Gegenstand aus.

Die Versuche Humboldt's und Provençal's über die Respiration der Fische[1] wurden zu Paris im Laboratorium der polytechnischen Schule gemacht.

Unter den verschiedenen Klassen von Thieren, in denen die Anatomen Blutgefäße gefunden haben, sind bloß die Säugethiere und Vögel, welche durch alle Gattungen hindurch während ihres ganzen Lebens Luft athmen; unter den andern Klassen sind entweder alle Glieder das ganze Leben oder einzelne einen Theil ihres Lebens darauf angewiesen, im Wasser zu athmen und nur wenige Gattungen der Reptilien, wie die zweifüßige Sirene und der Proteus, sind ihr ganzes Leben hindurch mit Organen versehen, welche sie gleichzeitig

1) Observations de zoologie, II. 194. Mémoires de la Société d'Arcueil II.

befähigen, im Trocknen oder im Wasser zu athmen, sind also wahre Amphibien. Die größten Thiere athmen Luft, aber die größte Zahl, sowie die größte Manchfaltigkeit der Formen kommt den im Wasser athmenden Geschöpfen zu.

Schon seitdem Boyle und Mairan im 17. Jahrhundert gefunden haben, daß Luft in Wasser aufgelöst (absorbirt) sein könne, wurde diese Luft als das hauptsächlichste Agens bei der Respiration der Fische betrachtet. So blieb die Sache, bis die Entdeckung von der Zusammensetzung des Wassers gemacht wurde. Als man nämlich gefunden hatte, daß diese Flüssigkeit aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt sei, glaubte man, es seien die Fische nicht auf den wenigen absorbirten Sauerstoff angewiesen, da es ja viel näher liege, den 89 Procente betragenden chemischen Bestandtheil des Wassers als Respirationsmittel der Fische anzunehmen. Auf die Frage, wo der andere Wasserbestandtheil, der Wasserstoff, hinkomme, wurde auf die fettigen und öligen Theile in den Fischen, die größtentheils Kohlenwasserstoffverbindungen sind, hingewiesen. Andererseits wurde auch die Ansicht ausgesprochen, daß bei den mit Schwimmblasen versehenen Fischen dieses Organ eine der Lunge der luftathmenden Thiere entsprechende Function habe. Gegen die Wasserzerlegung erhoben sich Priestley[1] und Spallanzani[1]. Letzterer beobachtete, daß die Fische an der Luft wie die luftathmenden Thiere Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure abgeben, und in einem Wasser zu Grunde gehen, welches von der Luft abgesperrt ist, was nicht möglich wäre, wenn das Wasser von seinen Bestandtheilen den für die Fische nöthigen Sauerstoff hergeben würde.

Da die eudiometrische Methode Spallanzani's viel zu wünschen übrig ließ, unterzog sich Humboldt gemeinschaftlich mit Provençal der Mühe, die Versuche zu wiederholen, und so eine weitere Anwendung seiner oben erwähnten Arbeit über die Zusammensetzung der Luft zu machen.

Durch Auskochen des Wassers erhielten sie das Resultat, daß das Wasser 0,0275 Raumtheile Luft aufnimmt, wenn man einen constanten Luftstrom darüber gehen läßt, während in einem geschlossenen Raume unter Luft aufbewahrtes, vorher ausgekochtes destillirtes Wasser davon viel weniger absorbirt. Dieses absorbirte Gas enthält aber nicht wie die atmosphärische Luft 21, sondern 30,9 bis 31,4 Procente Sauerstoff. Auch die Kohlensäure der vom Wasser absorbirten Luft beobachtet ein anderes Verhältniß

1) Humboldt, Observations de zoologie. II. 195.

zum ganzen Volumen, als die Luft der Atmoſphäre, denn ſie beträgt 6—11 Procente.

Das vorher unterſuchte Waſſer wurde in Glocken gebracht und Schleihen in daſſelbe geſetzt. Das Waſſer wurde durch Queckſilber abgeſperrt und Sorge dafür getragen, daß die vorher möglichſt kräftigen Fiſche nicht zu Grunde gingen, um nicht dadurch, daß ſie nach dem Tode etwas anders wirken, als im Leben, das Reſultat zu trüben. Der Verſuch dauerte, je nach der Zahl der eingeſperrten Schleihen, 5—17 Stunden und die darauf folgende Unterſuchung der Luft zeigte, daß die Geſammtmaſſe derſelben durch die Reſpiration der Fiſche abgenommen hatte. Die Abnahme fiel auf Sauerſtoff und Stickſtoff, während die Kohlenſäure einen Zuwachs bekommen hatte. Das Verhältniß der Zu- und Abnahme der Gaſe war bei jedem Verſuche ein anderes.

Wenn man bedenkt, daß Fiſche mehrere Stunden in einem abgeſperrten Ballon leben können, deſſen Waſſer nur $^{837}/_{100000}$ ſeines Volumens an Sauerſtoff beſitzt, ſo muß man darauf ſchließen, daß das Bedürfniß dieſer Thiere an Sauerſtoff nur ein ſehr geringes iſt, und in der That war das größte Quantum deſſelben, welches eine Schleihe während eines 17ſtündigen Verſuches abſorbirte, nicht mehr als 1,114 Cubikcentimeter pro Stunde, an deſſen Stelle 0,223 Kohlenſäure traten. Nichtsdeſtoweniger waren Karpfen am Sterben, als man ſie 20 Minuten lang in deſtillirtem Waſſer abſperrte, das vorher ſorgfältig aller Luft beraubt worden war.

Bringt man Fiſche in durch Queckſilber abgeſperrte Glasglocken, in denen ſich außer etwas Waſſer noch atmoſphäriſche Luft befindet, ſo berauben ſie zuerſt das Waſſer ſeines Sauerſtoffs, und dieſes zieht neues Gas aus der Luft an; da aber der letztere Vorgang mit dem erſteren nicht gleichen Schritt hält, ſo kommen die Fiſche an die Oberfläche und nehmen die Luft in ihrem elaſtiſchen Zuſtande auf.

Es iſt ein Vorrecht der mit Kiemen verſehenen Thiere, zugleich in der Luft und im Waſſer athmen zu können. Werden ſie aus dem Waſſer gezogen und an die Luft gebracht, ſo hört darum ihre Reſpiration nicht auf; ſie gehen erſt zu Grunde, wenn durch Austrocknen der Kiemen die Circulation des Blutes in den Gefäßen derſelben aufgehoben wird, und man kann darum auch Karpfen an der Luft füttern, wenn man die Vorſicht gebraucht, ihnen von Zeit zu Zeit die Kiemen mit feuchtem Mooſe zu benetzen.

Befindet ſich Waſſerſtoff oder eine größere Quantität von Kohlenſäure in dem Waſſer, ſo gehen die Fiſche in kurzer Zeit zu Grunde.

Bereits oben wurde angegeben, daß der Schwimmblaſe der Fiſche eine

Rolle in Beziehung auf ihren Respirationsproceß zugeschrieben wurde. Man glaubte, die Blase habe eine der Lunge analoge Function, und Humboldt machte darauf bezügliche Versuche, indem er mehrere Schleihen in künstlichen Gemengen von Sauerstoff und Wasserstoff athmen ließ oder sie durch einen Einschnitt auf der Seite ihrer Schwimmblase beraubte. Doch sind die Versuche darum nicht ganz zuverlässig, weil man bei einem einzelnen Thiere auch nur eine Untersuchung machen, und nicht den Gehalt der Schwimmblase vorher mit dem nach dem Versuche vergleichen kann. Die Blase schien nach dem Versuche etwas mehr Sauerstoff zu enthalten, aber nie war Wasserstoff darin. Die der Schwimmblase beraubten Fische unterschieden sich von den andern darin, daß sie etwas mehr Sauerstoff absorbirten und gar keine Kohlensäure abgaben; aber es steht dabei dahin, welchen Einfluß der leidende Zustand der Fische auf die Resultate gehabt habe.

Man ist gewohnt, die Schwimmblase der Fische als dasjenige Organ anzugeben, mit dessen Hülfe die Thiere die verschiedenen Tiefen aussuchen können, welche sie besuchen wollen. Drückt nämlich der Fisch vermöge seiner Musculatur die Blase auf einen kleineren Raum zusammen, so nimmt er bei demselben Gewässer ein geringeres Volumen ein, und weil er dadurch specifisch schwerer wird, als das Wasser, sinkt er zu Boden, und erhebt sich im entgegengesetzten Falle. Humboldt fand, daß diese Wirkung der Schwimmblase nicht so unbedingt nöthig sei, denn mehrere seiner Schleihen schwammen auch nach der Operation nach allen beliebigen Richtungen, ohne scheinbar im Gleichgewichte gestört zu sein. Doch beobachtete er auch, daß die Mehrzahl der Fische leidend und seitwärts hängend den Grund nicht verließ.

Wir sehen aus dem Vorstehenden, daß Humboldt die Respiration der Krokodile und der Fische, also von Geschöpfen der beiden Klassen kaltblütiger Wirbelthiere untersucht hat. Die Sauerstoffabsorption ist bei beiden gering, bei den Krokodilen findet eine Aushauchung, bei den Fischen eine Absorption von Stickstoff statt. Zur Vervollständigung führt er[1] noch die Resultate an, welche Gay-Lussac bei den Vögeln (Grünfinken) erhalten hatte.

Diese Thiere vermindern das Volumen der Luft auf Kosten des Sauerstoffs; Stickstoff wird weder absorbirt noch ausgehaucht. Wurde die durch die Respiration gebildete Kohlensäure nicht entfernt, so starben die Vögel bei einem Sauerstoffgehalte der Luft von 6—8 Procenten, bei 3—4 dagegen,

1) Observations de zoologie, II. 215.

wenn die Kohlensäure mit Hülfe von Aetzkali entfernt wurde. Ließ Gay-Luſſac einen Vogel wechſelweiſe in Sauerſtoff und in atmoſphäriſcher Luft athmen, ohne jedoch das Thier ein Uebelbefinden erdulden zu laſſen, ſo blieben die Quantitäten des in Kohlenſäure umgewandelten Oxygens gleich.

Nicht aller conſumirte Sauerſtoff wird in Kohlenſäure umgeſetzt, ein Theil verſchwindet vollkommen, indem er mit den Stoffen des Blutes Verbindungen eingeht. Die Menge der gebildeten Kohlenſäure verhielt ſich zu der des ſo verſchwundenen Sauerſtoffs bei den Finken wie 75,3 : 24,7, bei Kaninchen und Meerſchweinchen wie 72,1 : 27,9, bei Gay-Luſſac ſelbſt, ohne Unterſchied, ob Ruhe vorausgegangen war oder nicht, wie 70,3 : 29,7. Die ausgeathmete Luft enthielt bei mehreren Individuen unter geringen Schwankungen 4,3 (Procente) Kohlenſäure; die letzten Theile der ausgeathmeten Luft dagegen 6, mit Schwankungen von 5,5—7,2. In mit Hülfe einer Blaſe öfters eingeathmeter Luft verhielt ſich die Kohlenſäure zu dem verſchwundenen Sauerſtoff wie 69,3 : 30,7.

2. Die Geographie der Thiere.

Die Thiergeographie, die uns noch zu betrachten übrig bleibt, hat Humboldt neben ſeinen übrigen Forſchungen nicht vergeſſen; er hat zwar keine vollſtändige Geographie dieſer Geſchöpfe entworfen, wie er es bei den Gewächſen, von denen im nächſten Kapitel geſprochen werden ſoll, gethan hat, aber nichtsdeſtoweniger verdanken wir ihm in ſeinem Gemälde der Tropenwelt eine Darſtellung der Fauna des äquatorialen Theiles von Amerika. Man kann wohl ſagen, daß Humboldt zuerſt eine ſolche Zuſammenſtellung machte, denn erſt ſpäter hat Illiger[1] für einzelne Thierklaſſen ſpecielle Unterſuchungen angeſtellt, die in neuerer Zeit vorzugsweiſe Schmarda[2] in ihrer Allgemeinheit aufgefaßt hat. Es dürfte angemeſſen ſein, Humboldt's Darſtellung hier anzuführen; ſie findet ſich in der oben erwähnten fünften Abtheilung des Reiſewerks, deutſche Ausgabe S. 163.

„So weit nur immer die Vegetation in und auf dem Erdkörper hat vordringen können, iſt thieriſches Leben verbreitet. Im Innern der Bergwerke und Höhlen leben Dermeſtesarten und ähnliche Inſecten, welche ſich

1) Ueberblick der Säugethiere nach ihrer Vertheilung über die Erdtheile. Berliner akademiſche Schriften, 1804 - 11. Tabellariſche Ueberſicht über die Vögel und ihre Vertheilung über die Erde. Ebenda 1812—13.

2) Die geogr. Verbreitung der Thiere. Wien, 1853.

von unterirdiſchen Schwämmen nähren. Wie ſie dem Lichte entzogen, aber in der Tiefe des Meeres benagen Coriphänen, der gefräßige Cactodon und zahlloſe Schaaren von Gewürmen den Seetang (Fucus), deſſen Früchte mit gallertartigem Schleime überzogen ſind. Weiter aufwärts, zwiſchen der Meeresfläche und 1000 Meter Höhe in der Region der Palmen und Bananengewächſe finden ſich Rieſenſchlangen (Boa), der grasfreſſende Manati und Krokodile, die unbeweglich wie koloſſale Statuen von Erz mit offenem Rachen am Fuße des Conocarpus ausgeſtreckt liegen. Dieß iſt der Wohnplatz des wehrloſen Flußſchweins (Cavia capybara), das wechſelweiſe vom Tiger und Krokodile verfolgt, bald im Waſſer, bald auf dem Lande ſeine Rettung ſucht. Die Wälder dieſer heißen Zone erſchallen von dem Regen verkündenden Geheule der Alouaten, von dem vogelartigen Gezwitſcher der kleinen Sapajou-Affen und dem ſtöhnenden Klagen des Faulthiers, welches den Stamm der ſilberartigen Cecropia hinankriecht. Sie ſind das Vaterland der Papagayen, der buntgefiederten Tanagra und des majeſtätiſchen Hocco (Crax pauxi). Der große aber feige amerikaniſche Löwe, der furchtbare, prächtig gefleckte Jaguar und der ſchwarze Tiger am obern Orinoco, welcher noch blutdürſtiger als der Jaguar iſt, ſind die Herren dieſer Wälder. Sie ſtellen dem kleinen indiſchen Hirſche, der Sus tajassu und dem Ameiſenbären nach, deſſen behubare Zunge an dem Bruſtbeine inſerirt iſt. Die Luft in dieſer heißen Zone beſonders bis 500 Meter Höhe wimmelt überall von giftigen Stechfliegen und Mücken, deren unbeſchreibliche Menge einen großen und ſo ſchönen Theil der Erde dem Menſchen faſt unbewohnbar macht. Zu dieſen Mosquitos geſellen ſich noch der Oestrus Mutisii, der ſeine Eier mit unglaublicher Schnelligkeit bis in das Muskelfleiſch des Menſchen legt, und ſchmerzhafte Geſchwülſte erregt; Acari, welche die Haut wie einen Acker in parallelen Furchen aufſchlitzen, giftige Spinnen, Ameiſen und Termiten, deren gefürchtete Induſtrie faſt alle menſchliche Arbeit zerſtört. Alle dieſe Plagen, von denen die Eingeborenen freilich weniger als Fremde leiden, verbittern den Lebensgenuß in einer übrigens ſo wundervoll ſchönen allbelebten Natur."

„Höher aufwärts in der Region der baumartigen Farrenkräuter zwiſchen 1000 und 2000 Meter Höhe, findet man nicht mehr Krokodile, Rieſenſchlangen, Manati und Faulthiere. Der Tiger und die Affen werden ſelten, aber deſto häufiger ſind hier Heerden von Tapiren und Nabelſchweinen, und der kleine Jaguar. Menſchen, Affen und Hunde ſind in dieſer Höhe vom Minirfloh, der in der heißern Region ſeltner als in der mittlern iſt, aufs fürchterlichſte geplagt. Zwiſchen 2 und 3000 Meter in der obern

Region der Cinchona ſind gar keine Affen mehr, kein Cervus mexicanus, aber die ſchöne Tigerkatze, Bären und der große Hirſch der Andes. In dieſer Höhe, welche zugleich die des Gotthards iſt, ſind die Menſchenläuſe leider! ſehr häufig. Zwiſchen 3 und 4000 Meter in den kalten Gebirgsſteppen lebt die kleine Löwenart, welche die Peruaner Puma nennen, und deren Spur wir oft noch höher aufwärts auf friſch gefallenem Schnee gefunden haben; der kleine weißſtirnige Bär, und einige Viverren. Mit Verwunderung habe ich Colibriarten bisweilen bis in der Höhe des Pic von Teneriffa gefunden. Die Grasfluren und die Region der vollblättrigen Espeletia zwiſchen 4 und 5000 Meter iſt von den ſogenannten Kameelſchafen, von der Vicunna, dem Guanaco und der Alpaca bewohnt, welche in abgeſonderten Heerden umherſchwärmen. Llama's finden ſich nur als Hausthiere, denn diejenigen, welche am weſtlichen Abhange des Chimborazo geſchoſſen werden, ſind (ſo geht die Sage der Eingebornen) verwildert, als der Inca Tupayupangi die Stadt Lican, den alten Sitz der Cochocandi von Quito zerſtörte. Die Vicunna liebt große Höhen, wo bisweilen ſchon Schnee fällt. Trotz den Nachſtellungen, welche ſie ſeit Jahrhunderten erleiden, ſieht man doch noch auf dem Andesrücken Heerden von 3—400 beſonders in den Provinzen des Pasco, Guailas und Caxatamba und in den Gebirgen von Gorgor. Auch um Huancavelica, Cusco und in der Provinz Cochabamba, wo das hohe Flußthal von Cotacayes anfängt; kurz überall, wo der Gebirgsrücken ſich zur Höhe des Montblanc erhebt, iſt die Vicunna noch ſehr häufig. Dagegen iſt es eine recht auffallende Erſcheinung der Thiergeographie, daß Vicunna's und die ihnen verwandten Gattungen die ganze Andeskette von Chili an bis zum neunten Grade ſüdlicher Breite bewohnen, und daß weiter nördlich weder in Quito noch in den Schneegebirgen von Neugranada, noch in Neuſpanien eine Spur ihrer jetzigen oder ehemaligen Exiſtenz zu entdecken iſt. Der Strauß von Buenos-Ayres bietet ein ähnliches Phänomen dar: er findet ſich nicht nördlich von der Bergkette von Chiquitos, wo die Waldungen durch Grasfluren unterbrochen ſind und wo dieſer Vogel ähnliche Nahrung und ein ähnliches Klima genießen würde. Die Thiere und Pflanzen gehen kaum über die Schneegränze hinaus. Unter ewigem Eiſe vegetiren zwar noch einige Flechtenarten, aber unter den Vögeln iſt der Condor der einzige, der dieſe unermeßlichen Einöden bewohnt. Wir haben ihn in einer Höhe von 6500 Meter ſchweben ſehen. Einige Sphinxe und Fliegen, die wir noch 5652 Meter hoch antrafen, ſchienen uns durch ſenkrecht aufſteigende Luftſtröme unwillkürlich in dieſe Regionen gebracht worden zu ſein."

Außer dieſer Beſchreibung der Thiervertheilung im Allgemeinen,

beſprach Humboldt noch die Verbreitung einiger beſondern Formen. So findet ſich eine derartige Arbeit in der Naturgeſchichte des Condors in den Observations de zoologie, ebenſo ſind auch Notizen in der Relation historique in den bereits oben S. 114 erwähnten kleineren Abhandlungen. Als Beiſpiel will ich hier eine, die Verbreitung der Stechfliegen beſprechende anführen. Der Reiſende beklagt ſich in ſeinem Berichte wiederholt über dieſe Inſecten, gibt aber ihre Vertheilung in Rel. hist. II, 335 näher an.

„Die Qualen, welche man von dieſen Thieren zu erdulden hat, ſind in der Tropenregion nicht ſo allgemein, als man gewöhnlich glaubt. Auf den Hochebenen, die mehr als 400 Toiſen über dem Meere ſind, in trockenen und von großen Strömen fern liegenden Flächen, wie in Cumana und Calabozo gibt es nicht mehr Fliegen, als in den bewohnteren Gegenden von Europa; dagegen nehmen dieſe außerordentlich zu in Neu-Barcelona und weiter weſtlich gegen das Cap Codera hin. Die Plage iſt am Orinoco erträglich zwiſchen dem 7. und 8. Breitegrade; kommt man aber über die Mündung des Apure hinauf, hat man Baraguan paſſirt, ſo iſt auch die Ruhe des Reiſenden vorbei. Die untern Luftſchichten ſind bis zu einer Höhe von 15—20 Fuß mit einer Wolke von giftigen Fliegen erfüllt. In der Miſſion San Borja leidet man ſchon mehr von den Mosquitos, als in Carichana, aber bei den Raudales zu Apure, namentlich in Maypures, ſteigt die Qual zum Höhepunkte. Ueber den 5. Grad hinaus wird man etwas weniger geſtochen, aber der Hitze und des Mangels der Luftſtrömung wegen um ſo empfindlicher. Kommt man in das Flußſyſtem der ſchwarzen Waſſer, ſo hören die Inſecten auf, mit Ausnahme einiger kleinen, ſchwach gefärbten Flüßchen, die davon wimmeln. Im Caſſiquiare geht die Plage wieder an, und in Esmeralda iſt ſie wieder faſt ebenſo, als an den Cataracten, und darum heißt man auch die Verſetzung eines Obſervantenmönchs nach Esmeralda ſeine Verurtheilung zu den Mosquitos.“

„Dieſe Plagegeiſter ſind aber nicht immer dieſelben; ſie wechſeln in den verſchiedenen Gegenden. Sie ändern ſogar in den verſchiedenen Tageszeiten. Jedesmal, wenn andere Thiere kommen, nach dem Ausdrucke der Miſſionäre die Wache beziehen, hat man einige Minuten, ja eine Viertelſtunde Ruhe. Von 6½ Uhr Morgens bis 5 Uhr Abends iſt die Luft von Mosquitos erfüllt, die aber nicht unſern europäiſchen Schnacken, ſondern kleinen Fliegen gleichen. Eine Stunde vor Sonnenuntergang (und ebenſo am Morgen beim Aufgange) erſcheinen kleine Schnacken, die Tempraneros; dieſe bleiben aber nur 1—1½ Stunden und verſchwinden zwiſchen 6 und 7 Uhr. Nach einer Ruhe von einigen Minuten kommen die Zancudos, eine

andere langbeinige Art von Schnacken. Am Magdalenenſtrome zwiſchen Mompox und Honda erfüllen Zancudos die Luft von 8 Uhr Abends bis Mitternacht, verſchwinden dann auf 3—4 Stunden und kommen gegen 4 Uhr Morgens wieder zum Vorſchein.

„So", ſagt Humboldt, „gibt es beſtimmte und für dieſelbe Jahreszeit und Breite unveränderliche Stunden, in denen ſich die Luft mit friſchen Bewohnern bevölkert, und dieſes geſchieht in derſelben Breite, in der der Regelmäßigkeit ſeiner Bewegung wegen das Barometer zur Uhr wird. Man vermöchte faſt mit verbundenen Augen die Stunde des Tages oder der Nacht zu beſtimmen und dieſes mit Hülfe des Gefummes der Inſecten und der Stiche, die einen verſchiedenartigen Schmerz hervorrufen, je nachdem ein jedes Inſect ein Gift in die Wunde bringt."

Die Pflanzen.

Wie bereits im allgemeinen Theile erwähnt wurde, hat Humboldt die Beſchreibung der von ihm gemeinſchaftlich mit Bonpland aus Amerika mitgebrachten Pflanzen Andern überlaſſen, und wenn er auch in früherer Zeit in der Flora Fribergensis die beſchreibende Botanik bereichert hat, ſo vermied er doch ſpäter derartige in's Einzelne gehende Arbeiten, um ſich mehr ſeiner Lieblingsbeſchäftigung, dem Aufſuchen allgemeiner Verhältniſſe widmen zu können.

Derjenige Theil der Botanik, der vor allen andern ſich der Aufmerkſamkeit Humboldt's erfreute, war die Pflanzengeographie, der Zweig der Gewächskunde, der ſich mit der Art und Weiſe der Vertheilung der Pflanzen beſchäftigt.

Es wäre eine rein überflüſſige Arbeit, nach demjenigen zu ſuchen, welcher zuerſt die Beobachtung machte, daß nicht jede Pflanze an jedem Orte gedeihe, denn dieſe Beobachtung geht ſoweit zurück in die Vorzeit, als die Menſchheit ſelbſt; anders iſt es dagegen mit der Frage, ſeit wann die Gelehrten ſich mit der Aufſuchung der Geſetze beſchäftigen, nach denen die Pflanzen vertheilt ſind, denn hier ſtellt es ſich heraus, daß wir dabei nicht ſehr weit zurückgreifen müſſen. Nehmen wir an, daß die wiſſenſchaftliche Botanik nicht weit über das vorige Jahrhundert zurückgeht, und fragen wir

nach der Hauptbeschäftigung der Botaniker dieses Säculums, so zeigt sich, daß die systematische Botanik weitaus die Oberhand hatte; doch unterließ schon Linné nicht, der Beschreibung seiner Pflanzen die Angabe ihres Wohnorts (habitatio), d. i. des Landes, in dem sie wachsen, sowie des Standortes (statio), der Oertlichkeit, welche sie sich in diesem Lande aussuchen, beizufügen, und veranlaßte so die Sammlung von Material, mit dessen Hülfe die Pflanzengeographie erst möglich wurde.

Zum erstenmale soll sich der Name Pflanzengeographie bei dem Abbé Giraud-Soulavie finden.[1] Link[2] machte auf die Abhängigkeit mancher Pflanzen vom Kalkboden aufmerksam. Auch Humboldt hat schon in der frühesten Zeit sich mit der Pflanzengeographie, oder wenn man will mit dem Samen dazu beschäftigt, was nachfolgende Stelle aus den Mineralogischen Beobachtungen, also seiner ersten selbständig veröffentlichten Arbeit beweist, die sich in S. 85 befindet und die des Interesses wegen hier einen Platz finden möge. Er sagt: „Ueberhaupt müssen die Gewächse, welche der Botaniker auf dieser oder jener Steinart findet, nicht unbemerkt bleiben. Lichen saxatilis, Lepra flava, L. viridis ist zwar den Steinen so gut eigen, als den Vegetabilien. Aber warum wurde Lichen calcareus noch eben so wenig auf einem Sandstein oder Granit, als Hydnum auriscalpium anders als auf Tannenzapfen, Lycoperdon equinum Willd. anders als auf einem Pferdehuf, Clavaria militaris anders als auf einer verlarvten Raupe gefunden? Jedem Stein ist gewiß nicht jede Pflanze zum Wohnort bestimmt. Die Natur folgt hier noch unerkannten Gesetzen, die nur dadurch erforscht werden können, daß die Botaniker mehr Data zur Induction darreichen." Auf diese Gedanken scheint das vorstehende Werk von Link nicht ohne Einfluß gewesen zu sein, wenigstens hat Humboldt dasselbe dort citirt.

Während 1790 in den Mineralogischen Beobachtungen nur von einer Verbindung der Oryktognosie mit der Phytologie die Rede ist, finden wir drei Jahre später in der Flora Fribergensis bereits eine Definition der Pflanzengeographie, in der Humboldt verschiedene Probleme aufzählt, die er dazu rechnet. Man liest nämlich in der Note zu S. IX des Prodromus: „Die Pflanzengeographie untersucht die Verbindungen und Verwandtschaften, vermittelst welcher alle Gewächse unter einander zusammenhängen, lehrt, welche Landstriche letztere inne haben, und welchen Einfluß sie auf

1) Géographie de la Nature 1780.
2) Florae Goettingensis specimen 1789.

die Luft ausüben, durch welche Pflanzen die Steine und Gebirgsarten zerstört werden, sowie in welcher Weise sich die Dammerde bilde."

Stromeyer[1] nennt Pflanzengeographie die Beantwortung der Frage, wie der ganze Pflanzenschatz heutzutage über die Erde verbreitet sei, und welche Gesetze diese Ausbreitung regeln, während er als Pflanzengeschichte die Untersuchung bezeichnet, ob die Vegetabilien stets wie jetzt vertheilt gewesen seien, und wenn nicht, in welchem Zustande sie sich früher befunden haben, was zu der Veränderung Veranlassung gewesen sei und was daraus folge.

Wenn wir nunmehr auch finden, daß am Beginne dieses Jahrhunderts die Pflanzengeographie als ein eigener Zweig der botanischen Wissenschaft bereits anerkannt war, so war im Wesen doch noch nicht sehr viel dafür geschehen, denn die Flora Fribergensis hält sich ihr ziemlich fern, wenn wir von den Untersuchungen über die Pflanzenrespiration u. s. w., die Humboldt noch zur Pflanzengeographie rechnete in den mit der Flora Fribergensis verbundenen Aphorismen, von denen bereits im ersten Abschnitte die Rede war, absehen, und Stromeyer gibt eher einen Plan, wie die Pflanzengeographie eingerichtet werden müsse, sowie ein Verzeichniß der Werke, deren Benutzung hiezu von Vortheil sein würde, als wirkliche Erfahrungen, beschäftigt sich also mehr mit dem Entwurfe als mit der Pflanzengeographie selbst.

Auch die von Humboldt 1807 veröffentlichten Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse, welche sich auch im zweiten Bande der Ansichten der Natur finden, geben mehr ein poetisches als ein wissenschaftliches Bild von der Pflanzenvertheilung, und beschäftigen sich zunächst mit der Verschiedenheit des Eindruckes, den die in den einzelnen Gegenden anders vertheilten und gruppirten Gewächse auf das Auge des Beobachters machen. Humboldt gibt hier mehr das, was den Maler, als was den Botaniker interessirt.

Das erste Werk über die Pflanzengeographie, das sich über einfache Notizen erstreckt, ist Humboldt's Essai sur la géographie des plantes in der (nach obiger Anordnung) fünften Abtheilung des Reisewerks.

Hier sagt Humboldt von der Pflanzengeographie:[2] „Sie betrachtet die Gewächse nach dem Verhältnisse ihrer Vertheilung in den verschiedenen Klimaten. Fast gränzenlos, wie der Gegenstand, den sie behandelt, enthüllt sie unsern Augen die unermeßliche Pflanzendecke, welche bald dünner,

1) Historiae vegetabilium geographicae specimen 1800, p. 14.
2) S. 2 der deutschen Ausgabe.

bald dichter gewebt die allbelebende Natur über den nackten Erdkörper ausgebreitet hat. Sie verfolgt die Vegetation von den luftdünnen Höhen der ewigen Gletscher bis in die Tiefe des Meeres, oder in das Innere des Gesteins, wo in unterirdischen Höhlen Cryptogamen wohnen, die noch so unbekannt sind, als die Gewürme, welche sie nähren." Wie man sieht, gibt Humboldt unserm Gegenstande hier viel engere Gränzen als in der Flora Fribergensis, da nunmehr die verschiedenen Einwirkungen auf Luft und Gesteine weggelassen sind; doch bleibt auch in diesem Werke noch die Geschichte der Pflanzenwelt damit vereinigt.

Das Gebiet, innerhalb dessen wir nach Humboldt's Darstellung die Kinder Flora's vertheilt sehen, ist ein äußerst ausgebreitetes, denn fast gibt es keine Umstände, denen nicht die eine oder die andere Pflanze sich anzuschmiegen vermöchte, und wir sehen Gewächse von den beschneiten Höhen der Berge bis hinab in die Tiefen des Meeres, ja selbst die unterirdischen Höhlen sind noch von Pflanzen niederer Ordnung, von den Cryptogamen, bewohnt, und fast nur der ewige Schnee scheint ihrem Vordringen ein gebieterisches Halt zuzurufen.

Die einen Pflanzen wachsen einzeln und zerstreut, während andere nur in großer Anzahl bei einander stehend (gesellige Pflanzen, z. B. Heidekraut, Fichte) angetroffen werden, und so gewissen geselligen Thieren, wie den Ameisen und Bienen, entsprechen. Weitaus die Mehrzahl dieser geselligen Gewächse finden wir in der gemäßigten Zone, während zwischen den Wendekreisen, wenigstens in den dem Meeresniveau nahen Ebenen, keine Art den Boden für sich allein in Anspruch zu nehmen und die anderen zu verdrängen vermag.

Es gehört unter die Probleme der Pflanzengeographie, die Frage zu beantworten, ob es Pflanzen gebe, welche allen Himmelsstrichen eigen sind, d. i. in ihnen im wilden Zustande vorkommen, und Humboldt glaubt diese Frage nur für einige cryptogamische Gewächse bejahend beantworten zu können. „Dicranum scoparium, Polytrichum commune, Verrucaria sanguinea und Verrucaria limitata Scopoli," sagt er[1], „wachsen unter allen Breiten, in Europa wie unter dem Aequator, auf dem Rücken hoher Gebirge wie an den Meeresküsten überall, wo sie Schatten und Feuchtigkeit finden." Dagegen ist unter allen Phanerogamen, die Humboldt und Bonpland in Amerika sammelten, nicht eine einzige, welche diesem Continente und Europa gemeinschaftlich wäre. Nichtsdestoweniger finden sich in Amerika solche Gewächse, die erst aus andern Welttheilen dahin übersiedelten und umge-

1) Ideen zu einer Geographie der Pflanzen 10.

kehrt, denn auch die Pflanzen können wandern. Dieſes geſchieht zwar nicht in derſelben Weiſe wie bei den Thieren, denn während letztere, wenigſtens die höher organiſirten, ihre Heimath erſt verlaſſen, wenn ſie dort zu einem höheren Grade ihrer körperlichen Ausbildung gelangt ſind, machen die Vegetabilien ihre Reiſen zumeiſt im Zuſtande des Samens. Verſchiedene Einrichtungen des Samenkorns, wie Federkronen, Luftbälge u. ſ. w., machen ſie hiezu geſchickt und Winde, Meeresſtröme und Vögel ſind die Vermittler der Ortsveränderung. Einen ſehr großen Einfluß übt der Menſch aus, denn er führt eine große Zahl von Pflanzen, theils abſichtlich, theils ohne es zu wiſſen, mit ſich herum. Sowie der Nomade ſich irgendwo dauerhaft niederläßt, ſo ſammelt er Pflanzen um ſich, um ſich ihrer zu gelegener Zeit zu bedienen, in noch höherem Grade findet dieſes Anſammeln von Pflanzen natürlich bei dem civiliſirten Menſchen, der größern Mannichfaltigkeit ſeiner Bedürfniſſe wegen, ſtatt, und ein Volksſtamm, der ſich irgendwo häuslich niederlaſſen will, bringt in der Regel auch ſeine Culturpflanzen in die neue Heimath, wie ihn auch ſeine Hausthiere begleiten. „So folgte", ſagt Humboldt[1], „in Europa die Weinrebe den Griechen, das Korn den Römern, die Baumwolle den Arabern, und im neuen Continente haben die Tolteken aus unbekannten nordiſchen Ländern über den Gilaſtrom einbrechend den Mais über Mexico und die ſüdlichen Länder verbreitet."

„Kartoffeln und Quinoa findet man überall, wo die Gebirgsbewohner des alten Cundinamarca durchgezogen ſind. Die Wanderungen dieſer eßbaren Pflanzen ſind gewiß, aber ihr erſtes und urſprüngliches Vaterland bleibt uns ein eben ſo räthſelhaftes Problem, als das Vaterland der verſchiedenen Menſchenracen, die wir ſchon in den früheſten Epochen, zu welchen Völkerſagen aufſteigen, faſt über den ganzen Erdboden verbreitet finden. Südlich und öſtlich vom caſpiſchen Meere, am Ufer des Oxus und in den Thälern von Kurdiſtan, deſſen Berge mit ewigem Schnee bedeckt ſind, findet man ganze Gebüſche von Citronen-, Granat-, Birn- und Kirſchbäumen. Alle Obſtſorten, welche unſere Gärten zieren, ſcheinen dort wild zu wachſen. Ich ſage ſcheinen, denn ob dieß ihr urſprüngliches Vaterland ſei, oder ob ſie dort einſt gepflegt, nachmals verwildert ſind, bleibt um ſo ungewiſſer, als uralt die Cultur des Menſchengeſchlechtes und daher auch der Gartenbau in dieſen Gegenden iſt. Doch lehrt die Geſchichte wenigſtens, daß jene fruchtbaren Gefilde zwiſchen dem Euphrat und Indus, zwiſchen dem caſpiſchen See und dem perſiſchen Meerbuſen, Europa die koſtbarſten vegetabiliſchen

1) Ideen zu einer Geographie der Pflanzen 17.

Producte geliefert haben. Perſien hat uns den Nußbaum und die Pfirſiche, Armenien (das heutige Haikia) die Aprikoſe, Kleinaſien den ſüßen Kirſchbaum und die Kaſtanie, Syrien die Feige, die Granate, den Oel- und Maulbeerbaum geſchenkt. Zu Cato's Zeiten kannten die Römer weder ſüße Kirſchen noch Pfirſiche, noch Maulbeerbäume. Heſiod und Homer erwähnen ſchon des Oelbaums, der in Griechenland und auf den Inſeln des ägäiſchen Meeres cultivirt wurde. Unter Tarquin dem Alten exiſtirte kein Stamm deſſelben, weder in Italien, noch in Spanien, noch in Afrika. Unter dem Conſulate des Appius Claudius war das Oel in Rom noch ſehr theuer, aber zu Plinius' Zeiten ſehen wir den Oelbaum ſchon nach Frankreich und Spanien verpflanzt."

„Die Weinrebe, welche wir cultiviren, ſcheint Europa fremd zu ſein. Sie wächſt wild an den Küſten des caſpiſchen Meeres, in Armenien und Karamanien. Von Aſien wanderte ſie nach Griechenland, von Griechenland nach Sicilien. Phocäer brachten den Weinſtock nach dem ſüdlichen Frankreich, Römer pflanzten ihn an die Ufer des Rheins und der Donau. Auch die Vitisarten, welche man wild in Neumexico und Canada findet, und welche dem zuerſt von Normännern entdeckten Theile von Amerika den Namen Wineland verſchafften, ſind von der jetzt über Penſylvanien, Mexico, Peru und Chili verbreiteten Vitis vinifera ſpecifiſch verſchieden."

„Ein Kirſchbaum, mit reichen Früchen beladen, ſchmückte den Triumph des Lucullus. Die Bewohner Italiens ſahen damals zuerſt dieſes aſiatiſche Product, welches der Dictator nach ſeinem Siege über den Mithridates aus dem Pontus mitbrachte. Schon ein Jahrhundert ſpäter waren Kirſchen gemein in Frankreich, in England und Deutſchland."

Dieſe Thatſachen, welche Humboldt veröffentlichte, ſind, wie überhaupt die Grundzüge des ganzen Gebäudes, in eine große Zahl von Werken über Pflanzengeographie und Pflanzengeſchichte übergegangen, und ſie ſind hier zum Theil darum angeführt, um dem Leſer des einen oder andern Buches einen alten Bekannten vorzuführen. Die Zahl der Pflanzen, deren Züge ſich nachweiſen laſſen, iſt ſeitdem beträchtlich geſtiegen, und namentlich verdanken wir Unger[1] eine große Bereicherung unſeres Wiſſens in dieſer Beziehung.

Die Reiſen, welche gewiſſe Pflanzen in Begleitung des Menſchen machten, ſind auch inſofern intereſſant, als ſie möglicherweiſe zur Aufhellung dunkler Parthien aus der Geſchichte der Menſchheit dienen können, denn ein Gewächs, das da- oder dorthin geführt wurde, bleibt möglicherweiſe zurück,

1) Verſuch einer Geſchichte der Pflanzenwelt. Wien, 1852.

und wenn von der Reise des Menschen keine andere Spur mehr vorhanden ist, so deuten die Nachkommen des Gewächses, die nun auf eigene Faust im fremden Lande fortleben, d. h. verwildert sind, auf seine frühere Anwesenheit. Allerdings können derartige Thatsachen nicht leicht zu sichern Beweisen dienen, denn es ist eine bisher bei vielen Pflanzen noch unüberwundene Schwierigkeit, zu entscheiden, ob eine gegebene Form an dem Fundorte zu Hause ist, wild wächst, oder ob sie dort nur verwildert ist, sie können sich aber dazu eignen, andere Gründe zu unterstützen. Dieser Schwierigkeit begegnen wir besonders bei Untersuchung des Vaterlandes derjenigen Gewächse, die vor allen andern als die Hausgenossen des kaukasischen und mongolischen Stammes betrachtet werden müssen, der Cerealien, und gerade bei ihnen könnte, da sie am längsten bei ihm leben, ein Aufschluß über die Wiege unseres Geschlechtes erwartet werden. Sonderbarerweise wiederholt sich dieselbe Erscheinung auch bei den Culturpflanzen der übrigen Völker, denn auch diese besitzen in dem Pisang, dem Melonenbaume, der Cocospalme, der Kartoffel u. s. w. Gewächse, die über weite Länder verbreitet, neben dem Menschen wohnen, aber nirgends in einem Zustande getroffen werden, daß man mit Bestimmtheit sagen könnte, sie seien hier wild und nicht verwildert.

Wenn nur wenige und noch dazu untergeordnete Pflanzen unter allen Himmelsstrichen und auch da nicht an allen Localitäten zu gedeihen vermögen, so muß offenbar die Flora von dem einen Lande zum andern sich ändern und der Gesammteindruck, den die Gewächse einer Gegend auf den Beschauer machen, muß sich daher von Land zu Land verändern. Es gibt nunmehr Formen, welche besonders geeignet sind, der Flora einen bestimmten Stempel aufzudrücken, und als solche gibt Humboldt nachstehende 17 an:

1) Bananenform: Pisanggewächse, Musa, Heliconia, Strelitzia;
2) Palmenform;
3) Form der baumartigen Farrenkräuter;
4) Aloeform: Agave, Aloe, Yucca, einige Euphorbien, Pourretia;
5) Pothosform: Arum, Pothos, Dracontium;
6) Form der Nadelhölzer: alle Folia acerosa, Pinus, Taxus, Cupressus, einige Proteen, selbst Banksien, Ericaarten und die ungefiederten neuholländischen Mimosen gränzen an die Pinusform;
7) Form der Orchideen: Epidendrum, Serapias, Orchis;
8) Mimosenform: Mimosa, Gleditschia, Tamarindus, Porlieria;
9) Malvenform: Sterculia, Hibiscus, Ochroma, Cavanillesia;
10) Rebenform: Lianen, Vitis, Paullinia, Clematis, Mutisia;

11) Lilienform: Pancratium, Fritillaria, Iris;
12) Cactusform: die Cerei;
13) Casuarinenform: Casuarina, Equisetum;
14) Gras- und Schilfform;
15) Form der Laubmooſe;
16) Form der Blätterflechten;
17) Form der Hutſchämme[1].

Die Phyſiognomie der Vegetation hat nach Humboldt[2] unter dem Aequator im Ganzen mehr Größe, Majeſtät und Manchfaltigkeit, als in der gemäßigten Zone. Der Wachsglanz der Blätter iſt dort ſchöner, das Gewebe des Parenchyma lockerer, zarter und ſaftvoller. Koloſſale Bäume prangen dort ewig mit größeren, vielfarbigeren, duftenderen Blumen, als bei uns niedrige, krautartige Stauden. Alte durch Licht verkohlte Stämme ſind mit dem friſchen Laube der Paullinien, mit Pothos und mit Orchideen gekränzt, deren Blüthe oft die Geſtalt und das Gefieder der Colibri nachahmt, welchen ſie den Honig darbietet. Dagegen entbehren die Tropen faſt ganz das zarte Grün der weiten Grasfluren und Wieſen. Ihre Bewohner kennen nicht das wohlthätige Gefühl des im Frühling wiedererwachenden, ſich ſchnell entwickelnden Pflanzenlebens. Die ſorgſame Natur hat jedem Erdſtriche eigene Vorzüge verliehen.

Die vegetabiliſche Fiber, bald dichter, bald lockerer gewebt; Gefäße, ausgedehnt und vom Saft ſtrotzend oder früh verengt und zu knorriger Holzmaſſe erhärtet, größere oder geringere Intenſität der Farbe, nach Maßgabe des Desoxydationsproceſſes, welchen der reizende Lichtſtrahl erregt: dieſe und ähnliche Verhältniſſe beſtimmen den Charakter der Vegetation. Der Charakter der Flora eines Landſtriches iſt wie die Wärme, nicht nur von der geographiſchen Länge und Breite, ſondern auch von der Höhe abhängig, und mit dieſer wechſeln auch die Pflanzen. Humboldt hat auf ſeiner Reiſe in Amerika Höhen bereiſt, wie kein Naturforſcher vor ihm, und ſeine botaniſchen Sammlungen gewinnen noch beſonders darum an Werth, weil bei vielen Hunderten von Exemplaren auch zugleich die Höhe angegeben iſt,

---

1) In den Ideen zu einer Phyſiognomik der Gewächſe finden wir folgende 17 Formen angegeben: 1) Palmen, 2) Bananen, 3) Malven, 4) Mimoſen, 5) Heidekräuter, 6) Cactus, 7) Orchideen, 8) Caſuarinen, 9) Nadelhölzer, 10) Arum- oder Pothosgewächſe, 11) Lianen, 12) Aloen, 13) Gräſer, 14) Lilien, 15) Weiden, 16) Myrthen, 17) Melaſtomen und Lorbeere.

2) Ideen zu einer Geographie der Pflanzen. 30.

in der ſie ſich finden. Man würde ein ganz falſches Bild von dem Vegetationscharakter eines Landes bekommen, wollte man alle in den verſchiedenſten Höhen wachſenden Pflanzen bunt durcheinander werfen, wie es auch fehlerhaft wäre, die in einer und derſelben Höhe vorkommenden Gewächſe zu vereinen, ohne Rückſicht darauf zu nehmen, ob man ſie im Schatten eines Waldes, in einem waſſerreichen, ſumpfigen Landſtriche oder auf einer trockenen ſonnverbrannten Ebene gefunden habe.

Die Erfahrung, daß auf der Höhe der Berge andere Pflanzen wachſen als im Niveau des Meeres, iſt keine Entdeckung Humboldt's, denn ſie iſt ſchon uralt; aber was bei ihm neu iſt, das iſt die Beſtimmung der Art und Weiſe, wie dieſe Veränderung vor ſich gehe, die Unterſuchung, wie die Pflanzen mit einander abwechſeln, welches die Höhen ſeien, innerhalb deren dieſe oder jene Form ſich halte, die Größe der Zone, die ſie umfaßt, das hat Keiner vor Humboldt in ſolcher Allgemeinheit und mit ſo vielen Belegen und eigenen Meſſungen zu Stande gebracht. Dieſem Gegenſtande hat Humboldt vorzugsweiſe in der botaniſchen Section des Naturgemäldes der Tropenwelt, welches die zweite Parthie der obigen fünften Abtheilung des Reiſewerkes bildet, und von dem bereits im Vorhergehenden wiederholt die Rede war, ſeine Aufmerkſamkeit zugewandt.

Er war ein Meiſter in der Art, naturwiſſenſchaftliche Gegenſtände graphiſch darzuſtellen, ihm haben wir außer den Iſothermen noch eine Darſtellung der Tropenwelt zu verdanken, die in einer großen Tafel obigem Werke beigefügt iſt. Dieſe Tafel zeigt einen Verticaldurchſchnitt des Chimborazo und Cotopaxi und zeigt in den verſchiedenen Höhen, die einem nebenſtehenden Maßſtabe entſprechen, die Namen der jeweiligen charakteriſtiſchen Pflanzen, ſo daß es gelingt, über die Art der Formenvertheilung in jener Gegend von den Meerespflanzen bis zu den höchſten Alpengewächſen einen Ueberblick zu erhalten. Es gibt jedoch dieſe Abbildung nicht allein eine Darſtellung der Pflanzenvertheilung; man möchte faſt zu dem Ausſpruche verſucht ſein, es ſei nicht ein Strich auf dem ganzen Bilde, der nicht eine der Natur abgelauſchte Bedeutung hätte. So entſprechen die Contouren der Bergdarſtellung der Geſtalt jener Gipfel, ihre Höhe, die Höhe der Wolken, des ewigen Schnees den Beobachtungen, ja ſogar die Höhe der Rauchmaſſe, die dem Cotopaxi entquillt, ſind genau der Natur angepaßt. Die am Rande des Bildes befindliche Tabelle enthält die Angaben der Aenderungen, die mit wachſender Höhe in den verſchiedenen, von Humboldt beobachteten Erſcheinungen eintreten, und die Tafel gibt daher nicht nur über Pflanzen, ſondern auch über Thiere, Wärme, Trockenheit der Luft, kurz über die ver-

ſchiedenſten Gegenſtände Auskunft; ſie iſt daher im vollen Sinne des Wortes ein Naturgemälde.

Durch die Darſtellung der Pflanzenvertheilung in den Tropen, der Humboldt eine Vergleichung mit der gemäßigten und der kalten Zone beifügte, hat unſer Gelehrter den Grund zu der Pflanzengeographie gelegt, bei der es ſich ja auch um die Feſtſtellung des Vegetationscharakters der verſchiedenen Localitäten handelt. Humboldt hat die vorher auseinandergeriſſenen Stücke dieſes Gegenſtandes vereinigt, die Bauſteine geſammelt und den Grund zu einem neuen Hauſe gelegt. Seiner Fahne folgten die Botaniker alsbald, und die Pflanzengeographie hat darum ſeit Humboldt's erſtem Werke eine hohe Ausbildung erlangt, ſo daß es ihm noch gegönnt war, den Baum, den ſein Genius gepflanzt, in voller Blüthe zu ſehen.

Während er in ſeinen Ideen zu einer Phyſiognomik der Gewächſe und auch in den Ideen zu einer Geographie der Pflanzen ſich mehr mit den allgemeinen Eindrücken befaßt, welche die Flora eines Landes auf den Beobachter macht, ſehen wir ihn in ſeinem Buche: De distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium prolegomena[1] mehr in das Specielle des Gegenſtandes eingehen. Wir finden hier eine Darſtellung der Vertheilung der Pflanzen über die Erde, wie ſie ſich nach den bis 1817 bekannten Forſchungen der verſchiedenen Botaniker ergeben hatte. Von wildwachſenden Pflanzen kannte man damals in Island 350, Lappland 500, Aegypten 1000, Nordweſtafrika 1600, Deutſchland über 2000, Frankreich, Savoyen, Piemont und Belgien 3700 wildwachſende Phanerogamen, während die bekannte Flora von Nordamerika nur 2900 Arten umfaßte. Innerhalb der Tropen war kein Land, deſſen Pflanzen man alle kannte. Humboldt nimmt als wahrſcheinliches Endreſultat an, daß die Zahl der auf einem gleich großen Areal wildwachſenden Arten in den Breiten 0°, 45° und 68° ſich wie 12 zu 4 zu 1 verhalte, während die mittlere Wärme 27°,5, 13° und 0°,2, die mittlere Sommerwärme 28°, 21° und 12° beträgt.

Die Manchfaltigkeit der Formen nimmt daher gegen die Pole zu ab und darum muß auch die Menge der einen großen Platz für ſich allein beanſpruchenden geſelligen Arten größer werden. Die Zahl der bis dahin beſchriebenen oder in Herbarien aufbewahrten Pflanzen ſchätzt Humboldt zu

---

1) Die Abhandlung: Sur les lois que l'on observe dans la distribution des formes végétales in den Annal. ch. phys. I. 1816 iſt im Weſentlichen ein Auszug dieſer Arbeit.

44000, wovon 6000 Agamen, 38000 Phanerogamen. Letztere gibt er als in folgender Weise vertheilt an: Europa 7000, gemäßigtes Asien 1500, tropisches Asien mit seinen Inseln 4500, Afrika 3000, gemäßigtes Amerika beider Halbkugeln 4000, tropisches Amerika 13000, Neuholland und Polynesien 5000.

Nach Vergleichung der verschiedenen Pflanzenverzeichnisse schließt Humboldt, daß die Monocotyledonen in den Tropen nicht ganz den sechsten, in der gemäßigten Zone (zwischen 36° und 52°) den vierten, gegen den Polarkreis hin den dritten Theil sämmtlicher Phanerogamen ausmachen. Gemeinschaftlich mit Bonpland hatte er zwischen den Wendekreisen der neuen Welt 3880 mit Blüthe und Frucht versehene Phanerogamen gefunden, unter denen 654 Monocotyledonen und 3226 Dicotyledonen waren.

In Deutschland ist das Verhältniß der Monocotyledonen zu den sämmtlichen Phanerogamen 1 : 4 1/2, in Frankreich 1 : 4 2/5, in Nordamerika ist es zwischen 30° und 46° nahezu dasselbe und ebenso in dem gemäßigten Theile von Neuholland; aber in Island und Lappland vermindern sich die Dicotyledonen so, daß sich die Monocotyledonen zu der Gesammtzahl von Phanerogamen verhalten wie 1 : 3 und 1 : 3 1/10.

Die gefäßlosen Agamen (Schwämme, Moose u. s. w.) schätzte Humboldt nach Decandolle's Vorgang in den dem Polarkreise nahen Ländern als den Phanerogamen gleich oder etwas überlegen, während sie in Frankreich etwa die Hälfte, in den Tropenländern ungefähr ein Fünftheil derselben ausmachen. Die Agamen mit Gefäßen (Farrenkräuter u. s. w.) in der kalten, gemäßigten und heißen Zone verhalten sich wie 1 : 2 : 5, wenn aber auch gegen den Pol hin ihre absolute Zahl abnimmt, so wird doch ihr Verhältniß zu den Phanerogamen größer, denn sie betragen in Frankreich 1/72, in Deutschland 1/48, in Lappland 1/26 derselben. Es müssen darum die Phanerogamen gegen die Pole hin noch rascher abnehmen, als die Agamen, und die Abnahme ist vorzugsweise auf die einjährigen Pflanzen zu rechnen, welche ganz besonders Eigenthum der gemäßigten Zone sind.

Der Bruch, welchen man erhält, wenn man die Zahl der Arten, die eine Familie in einer Gegend vertreten, durch die Gesammtzahl der dortigen Arten dividirt, wird bald größer, wenn man sich vom Pole dem Aequator nähert, bald kleiner; manchmal aber erreicht die Zahl ihr Maximum in der gemäßigten Zone und nimmt nach Süd und Nord ab.

Dieses Verhältniß hat Humboldt in nachstehender Tabelle zusammengefaßt, aus der sich leicht erkennen läßt, daß die einen Pflanzen in der Flora der Tropen stärker vertreten sind, die andern in der gemäßigten Zone,

andere unter dem Polarkreiſe. Die Zahlen der Tabelle geben nur das Verhältniß der Summe der Glieder einer Familie zu den übrigen Arten des Landes; es kann daher, wie bereits bemerkt, die abſolute Zahl von Arten einer Familie gegen den Pol abnehmen und dennoch der Werth des Bruches wachſen, wenn die Arten der andern Familien ſich noch ſchneller verringern, doch ſind einige, wie z. B. die Kreuzblüthigen (Rettich, Rübe u. ſ. w.) und die Doldengewächſe (Schierling) in den heißen Ländern in der Ebene ſo gut wie gar nicht vertreten, alſo auch abſolut in geringerer Zahl vorkommend.

Klaſſe oder Familie.	Verhältniß der Klaſſe oder Familie zur Geſammtzahl der in der Ebene vorkommenden Phanerogamen.			Bemerkungen.
	Tropenzone (Mittlere Wärme 27°)	Gemäßigte Zone (Mittlere Wärme 10°—14°)	Kalte Zone (Mittlere Wärme 0°—1°)	
Zellenpflanzen	1 : 5	1 : 2	1 : 1	Schwämme, Flechten und Mooſe
Farrenkräuter		1 : 60	1 : 25	Deutſchland 1/48 Frankreich 1/73
Monocotyledonen	1 : 6	1 : 4	1 : 3	
Cyperoideen	1 : 60	1 : 30	1 : 9	
Gräſer	1 : 15	1 : 12	1 : 10	
Junceen	1 : 400	1 : 90	1 : 25	Nordamerika 1/150 Frankreich 1/86
Spelzblüthige (die 3 vorhergehenden Familien)	1 : 11	1 : 8	1 : 4	
Lippenblumen	1 : 40	1 : 25	1 : 70	Nordamerika 1/40 Frankreich 1/24
Ericeen u. Rhododendren	1 : 130	1 : 100	1 : 25	Nordamerika 1/36 Frankreich 1/125
Compoſiten	1 : 6	1 : 8	1 : 13	
Rubiaceen	1 : 29	1 : 60	1 : 80	Frankreich 1/73 Deutſchland 1/70
Doldenpflanzen	1 : 2000	1 : 30	1 : 60	Nordamerika 1/57 Frankreich 1/34
Kreuzblüthige	1 : 3000	1 : 18	1 : 24	Nordamerika 1/62 Frankreich 1/19
Malven	1 : 50	1 : 200	0	Nordamerika 1/125 Frankreich 1/145 Deutſchland 1/235
Hülſengewächſe	1 : 12	1 : 18	1 : 35	
Euphorbien	1 : 35	1 : 80	1 : 500	
Amentaceen mit Ausſchl. der Caſuarien	1 : 800	1 : 45	1 : 20	

Die Vergleichung der gemäßigten Zone in der neuen und alten Welt zeigt einen größeren Reichthum der ersteren an Bäumen. Amerika hat 137 Baumarten, Europa 45, der Osten der alten Welt dagegen ist wieder reicher, doch scheint die Zahl der gesammten Phanerogamen darum nicht größer zu sein. Amerika ist reicher an Compositen, Ericeen, Rhododendren, Kätzchenträgern, Coniferen (Nadelhölzern) und Malven, dagegen ärmer an Doldengewächsen, Lippenblumen, Nelken und Kreuzblüthigen. Die gemäßigte Zone der südlichen Halbkugel unterscheidet sich von der nördlichen vorzugsweise dadurch, daß die baumartigen Gewächse der milderen Winter wegen weiter gegen den Pol vordringen als bei uns.

Unzweifelhaft gibt es Pflanzen, welche der gemäßigten Zone sowohl der alten als der neuen Welt ursprünglich angehören, wenn auch ein großer Theil der gegenwärtig beiden Continenten gemeinschaftlichen Gewächse erst aus dem einen in den andern verpflanzt worden sind. Auch die südliche gemäßigte Zone besitzt einige Pflanzen, die mit solchen der nördlichen identisch sind. Robert Brown fand das in der Schweiz wachsende Phleum alpinum an der magellanischen Meerenge, und Neuholland nährt nach demselben Forscher 45 europäische Phanerogamen, darunter die Hälfte Spelzblüthige.

Bei einem Vergleiche der Tropen der neuen Welt mit dem alten Continente muß man die Zellenpflanzen, die gefäßführenden Agamen, die Monocotyledonen und die Dicotyledonen unterscheiden. Auf den Berghöhen der Tropen wie der subtropischen Zone wachsen zahlreiche Pflanzen der ersten Abtheilung, die sich auch in den Gebirgen Europa's wiederfinden, dagegen ist die Zahl der den Tropen beider Continente gemeinsamen gefäßbesitzenden Agamen eine sehr spärliche, und Monocotyledonen finden sich in beiden Tropenländern zugleich nur etwa 20—24 Arten[1], darunter meistens spelzblüthige. Von den Dicotyledonen haben Humboldt und Bonpland im Innern des äquatorialen neuen Continents nicht eine einzige gefunden, die auch in der alten Welt vorkommt, wenn man von denen absieht, die erst nach Entdeckung Amerika's zufällig oder absichtlich eingeführt wurden. Die Gebirgsgegenden der Cordilleren, deren mittlere Jahreswärme der der europäischen Länder entspricht, haben ebenfalls Ranunkeln, Rhododendren u. s. w. und ihre Flora stellt ein Bild dar, das dem in Europa gefundenen ähnlich ist; aber eine genauere Untersuchung zeigt, daß alle diese Pflanzen den europäischen zwar verwandt, aber dennoch specifisch davon verschieden sind.

1) Hier ist das oben S. 216 ausgesprochene Resultat etwas modificirt.

Buffon hatte schon früher den Satz aufgestellt, daß von den Thieren der heißen Zone keines beiden Continenten gemeinsam sei und Humboldt, der für die Dicotyledonen auf dasselbe Resultat gekommen ist, schließt daraus, daß die Vertheilung der letzteren über die Erde der Thierverbreitung eher analog sei, als die der übrigen Gewächse.

Auf diese Vorbemerkungen läßt Humboldt eine Beschreibung der Temperaturverhältnisse der Erdoberfläche folgen, deren Grundzüge bereits oben angegeben sind, weshalb ich mich nicht länger dabei aufhalten will, und hierauf kommt eine Darstellung der verschiedenen Zonen der Erde in Beziehung auf ihre physikalischen Eigenschaften sowie ein Verzeichniß der vorzüglichsten darin vorkommenden Gewächse. Wir finden hier eine Eintheilung in 3 Gebiete: heiße Zone, gemäßigte Zone und kalte Zone.

Das Detail dieser Beschreibung anzuführen, würde uns viel zu weit führen und es möge daher genügen, hier nur in Kürze das Resultat anzugeben, daß in den Ebenen der heißen Zone diejenigen Pflanzen wachsen, die zu ihrem Gedeihen die größte Wärme nothwendig haben. Gegen den Pol zu und in die Höhe hinauf ändert sich der Charakter der Vegetation in analoger Weise, so daß die Bewohner der Tropenländer, indem sie die Berge besteigen, nach und nach ein Bild aller Floren bekommen, die zwischen dem Aequator und den Polarländern in der Tiefe liegen. In der gemäßigten Zone wiederholt sich theilweise dasselbe Schauspiel, aber unten fangen die Pflanzen höherer Breiten an und die der kalten Zone werden früher erreicht. Das Bild ist hier nicht mehr vollständig, denn es fehlen die am Aequator in der Ebene wachsenden Pflanzen, und diese Wegnahme des untern Theiles des Bildes dauert fort, bis man in der kalten Zone die Repräsentanten derjenigen Pflanzen unten findet, die in den Tropen auf den höchsten Bergen leben. Als Belege dieser Darstellung bedient sich Humboldt für die Aequatorialgegenden Amerika's, Mexico's, für die gemäßigte Zone, Mitteleuropa's, für die kalte, Laplands; die übrigen Länder waren damals weniger bekannt. Zur Erläuterung gibt er eine bildliche der bereits erwähnten ähnliche Darstellung und eine Tabelle. In dem Bilde finden wir als Repräsentanten der Flora der heißen Zone den Chimborazo und den Popocatepetl in Mexico, für die gemäßigte Zone den Montblanc und den Montperdu in den Pyrenäen, für die kalte den Sulitelma in Lapland. Allemal sind diejenigen Höhen angegeben, in denen die eine oder die andere Pflanze zu gedeihen aufhört oder der ewige Schnee beginnt. Die Tabelle folgt nachstehend:

Schneegränze, Lufttemperatur, Baum- und Cerealiengränze.	Aequatorial-Zone.		Gemäßigte Zone.				Kalte Zone
	Breite 0°, Andes von Quito.	Breite 20°, Gebirge von Mexico.	Kaukasus, Breite 42½° Nordabhang.	Pyrenäen, Breite 42½° Nordabhang.	Schweizer Alpen, Breite 45¾°—46° Nordabhang.	Südabhang.	Lapland, Breite 67⅔°.
Untere Schneegränze	2460t	2350t	1650t	1400t	1370t	1370t	550t
Mittlere Jahreswärme in dieser Höhe	1½°C			—3½° C	—4° C		—6° C
Mittlere Winterwärme in dieser Höhe	1⅓°				— 10°		— 20½°
Mittlere Auguſtwärme in dieser Höhe	1¾°				+6°		+9½°
Differenz zwiſchen Baum- und Schneegränze	660t	350t	650t	230t	450t	320t	300t
Baumgränze	1800t	2000t	1000t	1170t	920t	1050t	250t
Am höchſten ſteigende Bäume	Escallonia Alstonia	Pinus occidental.	Betula alba	Pin. rubr. Pin. uncin.	Pinus abies	Pinus larix	Betula alba
Am höchſten ſteigende Ericeen (Alpenkräuter)	Befarien (1600t)		Rhododendr. caucas. (1380t)		Rhododendr. ferrug. (1170t)		Rhododendr. laponic. (480t)
Differenz zwiſchen d. Schnee- und Getreidegränze . . .	860t		630t		700t		450t

Soll eine Pflanze gedeihen, ſo bedarf ſie eine gewiſſe Quantität Wärme, und hat man dieſe Menge einmal beſtimmt, ſo läßt ſich aus dem Factum, daß das betreffende Gewächs an irgend einem Orte entwickelt gefunden wurde, darauf ſchließen, daß die gegebene Wärme daſelbſt zu finden ſein müſſe. Zunächſt haben wir hier das Minimum von Wärme, welche die Pflanze genoſſen hat, doch gibt es viele Gewächſe, worunter namentlich die der gemäßigten und kalten Zone vertreten ſind, welche leiden, wenn die Temperatur eine gewiſſe Gränze überſchreitet, und die Beobachtung der gedeihenden Pflanze gibt an, daß die Wärme der Luft ſich zwiſchen den beiden Gränzen gehalten hat, welche auch von dem Gewächſe inne gehalten werden. Hierbei kommen namentlich diejenigen Pflanzen in Betracht, die von der gemäßigten Zone nach jeder Richtung abnehmen. Man kann aber aus manchen Arten nicht nur die einfache Angabe erhalten, daß die mittlere Wärme ſich zwiſchen beſtimmten Gränzen bewegt hat; man kann auch auf die Extreme ſchließen. Einige Gewächſe, worunter namentlich manche Bäume, ſind ſehr empfindlich gegen die Winterkälte, und die Beobachtung, daß ſie in irgend einer Gegend vorkommen, lehrt, daß die Winterkälte dort nicht unter eine gewiſſe Gränze fällt. Kleinere Pflanzen, die im Winter unter dem Schnee begraben ſind, deuten die Wintertemperatur nicht an; aber wenn ſie gedeihen ſollen, ſo muß die Wärme des Sommers eine gewiſſe Höhe erreichen, damit ſie Früchte tragen und (bei einjährigen Pflanzen) den Samen reifen können; man ſchließt alſo aus dem Vorkommen dieſer Vegetation auf die Sommertemperatur des Beobachtungsortes. Die Pflanze braucht übrigens, wenn man ſie zu annähernden Temperaturmeſſungen benutzen will, nicht ein vollkommenes Gebilde mit reifen Früchten zu ſein; ſchon Cotte[1], Wahlenberg[1] und Playfair[1] haben gezeigt, daß man auch andere Entwicklungsphaſen benutzen könne. Erreicht ein Monat:

5°,5, ſo ſieht man blühen den Pfirſichbaum (Amygdalus persica),
8°,2, = = = = den Pflaumenbaum (Prunus domestica),
11°,0, = = = Blätter treiben die Birke (Betula alba).

Die Gerſte erfordert, um mit einigem Vortheil angebaut zu werden, 90 Tage hindurch eine Mitteltemperatur von 8°,5—9°. Dieſe Beziehungen zwiſchen Pflanzen und Wärme ſind übrigens nicht allemal ſo zuverläſſig, daß man die Gewächſe für Thermometer anſehen könnte, denn man findet auch hin und wieder Ausnahmen. So z. B. hat Decandolle[2] die That-

1) Humboldt, Von den iſothermen Linien. Kleinere Schriften 275.
2) Humboldt, Kleinere Schriften 310.

ſache bekannt gemacht, daß im ſüdlichen Frankreich der Mais bis in einer Höhe von 500 Toiſen, die Rebe in 400 gebaut werde. Da nun in dieſem Lande beide Pflanzen in der Ebene nur 5, beziehungsweiſe 4 Grade weiter gegen den Pol vorgehen, ſo würde daraus folgen, daß einer Erhebung von 500 Toiſen eine Annäherung an den Pol von 5 Graden alſo je 100 Toiſen ein Grad entſpreche, was gegen das oben S. 165 angeführte Reſultat iſt, demzufolge 100 Meter Höhenzuwachs und 1 Grad Breitezunahme gleiche Wärmeabnahme haben. Humboldt glaubt, daß dieſe Erſcheinung dadurch zu erklären ſei, daß die Strahlen, welche direct auf eine Pflanze in einer Höhe treffen, in der ſie noch wenig geſchwächt ſind, eine größere Wirkung ausüben, als wenn ſie weiter in der Tiefe durch Wolken gemindert werden.

Unſer Forſcher ſuchte für mehrere Gewächſe die Bedingungen auf, die ihnen zu ihrer Exiſtenz nöthig ſind. Sie ſind nachſtehend wiedergegeben.

Der Kakaobaum fordert feuchte Luft und oft bewölkten Himmel, die mittlere Jahreswärme muß 29°—23° (im geringſten Falle) ſein.

Die Indigopflanze liefert das günſtigſte Reſultat von 28°—25° mittl. Wärme, ſie wird aber auch in 41°—43½° Breite und bei einer Wärme von 16°—14°,5 nicht ohne Erfolg gebaut.

Die Banane. Die Varietät mit großer geſtreckter Frucht, welche bei den Coloniſten von Spaniſch-Amerika Platano-Harton heißt, und das Hauptnahrungsmittel der Einwohner des tropiſchen Amerika ausmacht, verlangt 28°—23° mittlere Jahreswärme und gibt in einer Höhe über 500 Toiſen keine Frucht mehr, wenn die Wärme unter 20° ſinkt. Die Cambari-(Banane) wird mit Erfolg zwiſchen den Tropen bis zu 900 Toiſen, und in dem dem Wendekreiſe zunächſtliegenden Theile der gemäßigten Zone bis zu einer Breite von 30°—35° und bei einer Wärme von 21°—19° angebaut.

Das Zuckerrohr gedeiht am üppigſten bei 28°—23° Jahreswärme, mit geringerem Erfolge in der gemäßigten Zone bis zu 35°—36½° Breite, wo die Wärme bis 20°—19°,5 ſinkt. In den Bergen von Neugranada bei 590 Toiſen Höhe und in Mexico bei 900' Toiſen wird es noch von den Eingeborenen cultivirt.

Der Kaffeebaum, eine ſubalpine Pflanze, braucht 27°—18° Wärme; zwiſchen 0° und 10° gedeiht er am beſten zwiſchen 200'—500' und bei 24°—21° Wärme, ausnahmsweiſe auch bei 1150' Höhe.

Die Baumwollenſtaude erfordert 28°—20°. Die Species Gossypium herbaceum gedeiht auch in der gemäßigten Zone bis über 40° hinaus überall, wo die mittlere Jahreswärme nicht unter 18°—16°, die des Winters nicht unter 9°—8° und die des Sommers nicht unter 24°—23°

herabgeht. Zwiſchen den Wendekreiſen ſahen Humboldt und Bonpland den Baumwollenſtrauch bis zu 700' Höhe.

Die Dattelpalme gedeiht am beſten und trägt die ſüßeſten Früchte zwiſchen 29° und 33° n. B. der alten Welt bei einer Mittelwärme von 23°—21°. An Stellen, die vor dem Nordwind geſchützt ſind, gedeiht ſie bis zu 44° Breite bei Bordighiera an der Küſte von Toscana, wo die Jahreswärme wahrſcheinlich unter 17°,5 beträgt.

Die Citrusgattung verlangt, wenn ſie im Freien überwintern ſoll, eine Jahreswärme von nicht unter 17°. Der Citronen- und der Pomeranzenbaum widerſtehen noch einer Kälte von —7°,5, wenn ſie nur wenige Stunden dauert. Bei Monaco, San Remo und Nizza ſteigt die Orange bis 150 Toiſen.

Der Oelbaum liefert in unſerem Erdtheile den höchſten Ertrag zwiſchen 36° und 24° Br., wo die Jahreswärme 19°—14°,5, die Temperatur des kälteſten Monats nicht unter 5°,5, die des heißeſten nicht unter 22°—23° iſt. In Amerika haben wegen anderer Vertheilung der Monatswärmen in der Iſotherme von 14°,5 der kälteſte Monat 0°,5, der Winter 3°, was der Oelbaum nicht aushält, und während in Europa in der Ebene die Winter bis in 44½° Breite hinlänglich mild ſind, um den Oelbaum zu erhalten, reicht dieſer in Amerika kaum bis zu 34°.

Der Kaſtanienbaum braucht 9°,3 mittlere Jahreswärme, und ſteigt am Abhange der Schweizeralpen unter 46° Breite bis zu 400 Toiſen auf.

Die Rebe gibt in Europa einen ziemlich guten und trinkbaren Wein zwiſchen dem 36. und 48. Breitegrade überall, wo die mittlere Jahreswärme zwiſchen 17° und 10° beträgt, bei 9° bis 8°,7 auch noch dann, wenn die Wintertemperatur +1°, die Sommerwärme 19°—20° erreicht. Dieſe Bedingung kann in Weſteuropa in der Ebene bis zum 50. Grade erfüllt ſein, in Amerika nur bis zum 40., denn dort iſt unter der Iſotherme von 19° die Iſochimene —1°,5.

Die Cerealien (Weizen, Roggen, Gerſte, Hafer) werden mit Erfolg bis über die Iſotherme von —2° gebaut, wenn nur die Sommermonate 8°,5—9° erreichen. Man findet darum auch Getreide und Kartoffel bei Langöe in der Ebene unter 69½° und bei Munioniska in einer Höhe von 116 Toiſen unter 68°. Bei Edinburg wird der Weizen noch mit gutem Erfolge angebaut, wenn 7 Monate hindurch vom 20. März bis 20. October die mittlere Wärme 13° beträgt; ſie erreicht jedoch oft nur 10°5 und wenn ſie noch 2 Grade weiter ſinkt, reift auch das übrige Getreide nicht

mehr. In den Seealpen und in der Provence geht nach Decandolle der Roggen bis 1100 Toiſen, der Weizen bis 900. In den Aequatorialländern kommen die europäiſchen Getreidearten nicht gut fort, und deshalb beginnt zwiſchen 0° und 10° Breite ihr Anbau in einer Höhe, wo er in Europa aufhört. Dennoch gedeiht aus noch nicht gehörig bekannten Urſachen bei Victoria in der Provinz Caracas der Weizen bei 270 Toiſen Höhe, und im Innern von Cuba unter dem 23. Breitegrade bei Las Quatro Villas in einer wenig über dem Meere erhabenen Ebene.

Im Vorhergehenden gab ich an, daß Humboldt die nach Höhe und Breite verſchiedenen Gegenden in Beziehung auf die jeweiligen Eigenthümlichkeiten ihrer Flora unterſuchte. Jede Gegend hat ihren beſondern Vegetationscharakter, der von den dort herrſchenden meteorologiſchen Zuſtänden, von der geologiſchen Beſchaffenheit u. ſ. w. abhängt. Wie man aber für verſchiedene Zonen oder andere Gebiete die jeweiligen Eigenthümlichkeiten der Floren beſtimmen und die numeriſchen Verhältniſſe ihrer Glieder unter einander vergleichen kann, ſo muß es umgekehrt auch möglich ſein, aus dem ganzen Pflanzenſchatze eine Gattung oder Familie auszuheben und ihre Verbreitung über die Erde zu ſuchen, gewiſſermaßen das Verhalten zu ſtudiren, das die Familie unter dem Einfluſſe dieſer oder jener Gebirgsart, Witterung, Wärme u. ſ. w. beobachtet.

Nach dieſer Richtung unterſuchte Humboldt in den „Prolegomena“ die Familien der Farren, die Lycopodien, Schachtelhalme und Characeen, die Pfeffergewächſe, die Aroideen und Typhinen, die Gräſer, die Palmen und die Orchideen. Auch in dem von Kunth bearbeiteten Theile des Reiſewerkes ſind der Beſchreibung der einzelnen Familien ähnliche Darſtellungen über ihre Verbreitung beigefügt.

Ueber die vorſtehenden Werke Humboldt's iſt in den Jahrbüchern der Gewächskunde, Berlin u. Leipzig 1818, I. 6 in der Form eines anonymen Briefes an Hofrath Schrader eine Recenſion erſchienen, welche, wenn auch am Schluſſe hervorgehoben wird, daß Humboldt gewiſſermaſſen als Schöpfer der Pflanzengeographie anzuſehen ſei, doch im Ganzen nicht als günſtig angeſehen werden kann, indem darin der Satz aufgeſtellt iſt, daß, wenn auch die Humboldt'ſche Arbeit außer manchen intereſſanten Ideen und Anſichten wichtige Beiträge zur Geographie der Pflanzen enthalte, doch nicht undeutlich daraus hervorgehe, daß dieſem Gegenſtande — vielleicht wegen überhäufter Arbeiten des Verfaſſers — weniger Aufmerkſamkeit gewidmet worden ſei, als es nach dem Intereſſe der Sache zu wünſchen geweſen wäre.

Außer der Beſprechung der Humboldt'ſchen Definition der Aufgabe der Pflanzengeographie, die dem Verfaſſer als zu groß erſcheint, da er nur die Frage nach dem Vorkommen der Pflanzen in den verſchiedenen Landſtrichen durch dieſelbe beantwortet wiſſen will, theilt derſelbe das Werk Humboldt's in nachſtehende 7 Abſchnitte: 1) Die Anzahl ſämmtlicher bis jetzt bekannten Pflanzen und ihre Vertheilung in den verſchiedenen Welttheilen; 2) die klimatiſche Vertheilung einiger der wichtigſten Pflanzenfamilien; 3) der Unterſchied zwiſchen dem geſellſchaftlichen und einzelnen Vorkommen der Pflanzen; 4) ob und in wie weit beide große Continente gleiche Pflanzen erzeugen; 5) die Vergleichung der Temperatur in der alten und neuen Welt in verſchiedenen geographiſchen Breiten; 6) Einfluß der Höhenverſchiedenheit auf die Vegetation in verſchiedenen Zonen; 7) Beſtimmung desjenigen Klimas, welches einigen der wichtigſten cultivirten Pflanzen am zuträglichſten iſt.

Die gegen Humboldt geltend gemachten Einwürfe beziehen ſich vorzugsweiſe auf die Zählungen ſowie auf die Brüche, welche das Verhältniß der Artenzahl einer Familie zu der der ganzen Flora einer Gegend angeben.

Alle Ziffern, wie ſie im Vorhergehenden aufgeführt ſind, können der Natur der Sache nach nur ſehr ungenau ſein, da man auch jetzt noch, und vor 40 Jahren natürlich noch viel mehr, weit davon entfernt iſt, ſämmtliche Pflanzen zu kennen, und namentlich ſind jene Länder noch weit zurück, in denen die Botaniker nicht ihren Wohnſitz aufgeſchlagen haben, ſondern die ſie nur auf Reiſen durchwandern. Diejenigen Merkmale, welche vor allen anderen geeignet ſind, irgend eine Pflanzenart von einer andern zu unterſcheiden, ſind die Blüthen und Früchte. Da nun die Pflanzen in ihren periodiſchen Vorgängen von den Jahreszeiten ihrer Heimath abhängig ſind, und ſelbſt unter den Tropen ein, wenn auch weniger ſcharf ausgeprägter, Jahreszeitenwechſel ſtattfindet, ſo ſind die Zeiten der Blüthe und der Frucht der Gewächſe auch dort an verſchiedene Epochen gebunden. In unſern Erdſtrichen hört in ſtrengem Winter die Botanik im Freien auf, und der Botaniker hat eigentlich, wenn man von einigen wenigen untergeordneten Pflanzen abſieht, nur einen Theil des Jahres etwas auf dem Felde zu thun. Während aber die eine Pflanze blüht, wenn ſie kaum von der Schneedecke befreit iſt, wartet eine andere ſo lange, daß ſie faſt wieder von dem neuen Schnee überraſcht wird, und abgeſehen davon, daß ein Reiſender unmöglich die Standorte aller in einer Gegend wachſenden Pflanzen antreffen kann, würde er bei einem kürzeren Aufenthalte jedenfalls nicht alle in der Blüthe ſehen. In den warmen Ländern erſtreckt ſich die Blüthezeit der verſchiedenen

Pflanzen über das ganze Jahr, und bei den Schwierigkeiten des Botaniſirens im Urwalde, von denen bereits bei der Darſtellung der Reiſe Humboldt's die Rede war, muß ſich jedem Menſchen der Gedanke aufdrängen, daß wir unmöglich den ganzen Pflanzenſchatz ſelbſt auch nur der bereiſten Erdſtriche kennen können. Hiezu kommen aber noch Ungewißheiten, die von der Individualität der Botaniker ſelbſt herrühren. Die Geſetze, denen zufolge man Arten und Gattungen der Gewächſe von einander trennt, ſind durchaus nicht ſo ſicher, daß man jedesmal mit voller Beſtimmtheit ſagen könnte: dieſe oder jene Pflanze iſt eine Art für ſich, ſie iſt nicht etwa eine bloße Spielart einer andern bereits bekannten Form, hier muß eine neue Gattung, eine neue Familie eingeführt werden u. ſ. w. Je nachdem nun ein Botaniker mehr geneigt iſt, zu trennen oder zu verbinden, wird er mehr, oder er wird weniger Arten, Gattungen u. ſ. w. bekommen, und da nicht ein einziger Botaniker den ganzen Pflanzenſchatz, ſelbſt wie wir ihn haben, bearbeiten kann, ſo muß nothwendig jede Zählung ſich auf ein in ſeinen Theilen heterogenes Ganzes ſtützen, und iſt darum immer Einwürfen ausgeſetzt. Alle derartigen Arbeiten mußten damals, als Humboldt ſeine Prolegomena veröffentlichte, in der Art betrachtet werden, wie man es bei den Landkarten ſchon längſt gewohnt iſt; dieſe geben zuerſt nur die allgemeinen Umriſſe irgend einer Gegend und ſind fehlerhaft in mancher Beziehung; allein nach und nach werden die Karten genauer und es wäre ſehr unzweckmäßig, wenn wir eine Karte eines fremden Landes, etwa des Innern von Afrika, darum nicht beachten wollten, weil man gewiß weiß, daß ſie an Genauigkeit der Zeichnung eines europäiſchen Landes weit nachſteht. Bei den vorſtehenden Mängeln in der ſyſtematiſchen Botanik, dieſer Grundlage der Geographie der Pflanzen, konnte man leicht an der Humboldt'ſchen Berechnungsweiſe allerlei auszuſetzen finden. Die Einwürfe gegen Humboldt's Zählung der Pflanzenarten beruhen darauf, daß die verſchiedenen Herbarien und Pflanzenverzeichniſſe nicht genug in Anſchlag gebracht und darum einzelne Gegenden eine zu geringe Anzahl von Pflanzenarten bekommen haben. So gab Humboldt ganz Afrika nur 3000 Pflanzenarten, während Thunberg's Prodromus Florae Capensis für das Capland allein 2600 aufführt u. ſ. f. Ein paar andere Vorwürfe über Zu- und Abnahme der Pflanzen gegen Pol und Aequator ſind, wie Humboldt in ſeinen ſpätern Schriften zeigt, darum unbegründet, weil der Recenſent Humboldt's Sätze falſch verſtanden hat. So ſagt z. B. Erſterer S. 30: „Nach der Berechnung des Verfaſſers (Humboldt's) machen die Filices (Farrenkräuter) in Lapland $^1/_{26}$, in Frankreich nur $^1/_{73}$ (der Ge-

ſammtflora) aus; woraus er dann den Schluß macht, daß Lapland oder die Polarzone dieſen Pflanzen günſtiger als Frankreich iſt. Daß dieſes Reſultat aber nicht das wahre ſei, iſt ſchon deßhalb wahrſcheinlich, weil die Farrenkräuter von den Wendecirkeln nach der gemäßigten Zone ſich vermindern und weil in den Aequatorialgebirgen die Pflanzen dieſer Familie in den höhern Regionen ſeltener werden. Noch deutlicher geht dieſes aber daraus hervor, daß in Lapland von 19 Farrenkräutern höchſtens 2 eigenthümlich ſind, während in Frankreich ſich eine verhältnißmäßig weit größere Zahl Farrenkräuter befindet, die nicht zugleich in Polargegenden vorkommen."

Dieſer ganze Humboldt gemachte Einwurf beruht auf einem Irrthume des Recenſenten, da letzterer hiebei überſehen hat, daß Humboldt nicht von der abſoluten Zahl der Farrenkräuter, ſondern von ihrem Verhältniſſe zu den Phanerogamen ſpricht. Es können nämlich ſowohl dieſe als auch die Farrenkräuter gegen die Pole hin an Zahl abnehmen, wenn aber dieſe Abnahme bei den Phanerogamen raſcher geht, ſo wird der Bruch, der das Verhältniß der Farren zu dieſen angibt, im hohen Norden einen größeren Werth erlangen. Humboldt zeigt dieſen Unterſchied durch ein ſehr einfaches Beiſpiel.[1] Er weiſt darauf hin, daß auf der Inſel Cuba mehr Neger ſind, als auf Martinique, aber das Verhältniß der Schwarzen zu den Weißen iſt dennoch auf der letzteren Inſel viel größer, als auf Cuba, weil auf Martinique die weiße Race noch viel weniger vertreten iſt.

In einem Punkte ſcheint Humboldt in ſeinem Beſtreben zu generaliſiren zu weit gegangen zu ſein. Er glaubte nämlich, daß das Verhältniß der Arten einer Familie zu der Geſammtzahl der Arten in den verſchiedenen Ländern gleichen Klimas nahezu daſſelbe ſein müſſe, ſo daß man, ohne die Geſammtflora einer Gegend zu kennen, einzig und allein dadurch, daß man die Zahl der Arten einer einzigen größeren Familie kennt, einen Schluß auf die Zahl der unbekannten Pflanzen ziehen könne. Vergleicht man ein Paar einander nahe liegende Länder, wie z. B. Deutſchland und Frankreich, ſo mag der Humboldt'ſche Satz angehen; er gibt aber ein unrichtiges Reſultat, wenn man weit von einander entfernte Gegenden zuſammenhält. So z. B. iſt die Familie der Eriken auf dem Cap der guten Hoffnung ſehr zahlreich vertreten; man würde aber bedeutend fehlen, wenn man ſchließen wollte, dieſes ſei auch im ſüdlichen Amerika und Neuholland der Fall.

In Nordamerika machen, wie aus der S. 224 befindlichen Tabelle

1) Sur les lois etc. in Dictionnaire des sciences naturelles XVIII. 427.

hervorgeht, die kreuzblüthigen Pflanzen nur $^1/_{62}$ der ganzen Flora aus, in Frankreich $^1/_{19}$; beide Brüche sollten nach Humboldt nahe gleich sein. Wenn übrigens der Satz Humboldt's nicht in aller Strenge durchzuführen ist, so kann man doch mit Hülfe der von ihm angegebenen Brüche einen ziemlich sichern Schluß auf die Flora irgend einer Gegend machen, die von einer andern durchforschten nicht allzuweit entfernt ist. So machen die Pflanzen mit Hülsenfrüchten in Frankreich $^1/_{16}$, in Deutschland $^1/_{18}$, um Berlin $^1/_{19}$ der ganzen Flora aus[1].

Kennt man daher die Zahl der Arten einer Familie irgend eines solchen Landstriches, so kann man alsbald auf die übrigen schließen, und man kann sagen, von dieser oder jener Familie müssen noch einige Arten in der Gegend vorkommen, wenn sie auch wegen mangelhafter Durchforschung noch nicht gefunden worden sind.

Humboldt hat außer der Veröffentlichung der Prolegomena noch beabsichtigt, ein größeres Werk über die Geographie der Pflanzen herauszugeben; von diesem Buche ist jedoch nur ein Fragment erschienen; es ist dieses der Artikel, Sur les lois que l'on observe dans la distribution des formes végétales im Dictonnaire des scienc. nat. Bd. XVIII, und außerdem haben wir noch die Abhandlung mit dem gleichen Titel in den Ann. ch. phys. XVI. In beiden Abhandlungen beschäftigt er sich vorzugsweise mit der Feststellung des bestrittenen Gesetzes von der Regelmäßigkeit, welche man in den Brüchen findet, die das Verhältniß der Arten einer Familie zur Gesammtzahl angeben, und beweist, daß, wie ich bereits angegeben habe, die Einwürfe zum Theil auf einem Mißverstehen beruhen und zeigt in einer größeren Tabelle, wie bestimmt sich die Brüche ausdrücken lassen, wenn man eine Familie von dem Pole zum Aequator verfolgt. Die Einwendungen des Recensenten in den Berliner Jahrbüchern scheinen unsern Gelehrten zur Zuhülfenahme von Gruppirungssystemen (Systemes d'agroupement) veranlaßt zu haben, wodurch die Floren einzelner unter analogen thermischen Breiten befindlicher Länder von einander unabhängig werden, ohne daß er darum den bereits erwähnten allgemeinen Satz vollständig verließ. Er stellte als solche Systeme das des neuen Continents, Westafrika, Indien und Neuholland als bereits hinlänglich charakterisirt auf, und bemerkte, daß wie die Wärme in

1) Frankreich liegt etwas südlicher als Deutschland, und weil die Leguminosen gegen die Pole hin abnehmen, wird der Nenner des Bruches größer. Berlin liegt im nördlichen Deutschland, und darum ist auch hier der Nenner höher, als sein mittlerer Werth für ganz Deutschland.

gewiſſen Längen den höchſten Grad erreiche, ſo auch an beſtimmten Orten die eine oder andere Familie ihre größte Entwicklung erlangen könne. De=candolle hat bereits im 18. Bande des Dictionnaire des sciences naturelles die geſammte Oberfläche des feſten Landes auf der Erde in 20 der Vegetation nach von einander verſchiedene Bezirke, Florenreiche, getheilt, und es iſt nicht unmöglich, daß Humboldt unter ſeinen Gruppirungsſyſtemen etwas Aehnliches verſtanden hat. Es würden in dieſem Falle die Florenreiche Decandolle's etwa ſolche Bezirke ſein, in denen die die Arten der einzelnen Familien angebenden Zahlen daſſelbe Geſetz befolgen, ſo daß man aus der Vertheilung der Arten der verſchiedenen Familien auf einem kleinen Striche des Gebietes auf die der übrigen innerhalb deſſelben Gebietes ſchließen könnte. Doch hat Humboldt dieſen Gedanken nicht ſtrenge ausgeſprochen.

Am Schluſſe des Werkes Nova Genera et Species plantarum und der Synopsis theilte er die von ihm bereiſten Länder in 6 Florenreiche: 1) Neuandaluſien, Venezuela und Ebene von Neubarcelona; 2) Orinoco und Rio Negro; 3) Neugranada; 4) Quito; 5) die peruvianiſchen Andes von Caxamarca bis zum ſtillen Ocean; 6) Cuba. Jedes dieſer Gebiete wird in den weſentlichſten Zügen nach ſeiner Ausdehnung, ſeiner Erhebung über das Meer, nach Klima und geognoſtiſchem Verhalten geſchildert.

Den Grundcharakter der Eintheilung Humboldt's bezeichnet folgende Stelle des Kosmos (I. 376).

„Die Gruppirung und Aſſociation der Gewächsarten, welche wir Floren (Vegetationsgebiete) zu nennen gewohnt ſind, ſcheint mir, nach dem, was ich von der Erde geſehen, keineswegs das Vorherrſchen einzelner Familien ſo zu offenbaren, daß man berechtigt ſein könnte, Reiche der Umbellaten, Solidago=Arten, Labiaten oder Seitamineen geographiſch aufzuſtellen. Meine individuelle Anſicht bleibt in dieſem Punkte abweichend von der Anſicht mehrerer der ausgezeichnetſten und mir befreundeten Botaniker Deutſchlands. Der Charakter der Floren in den Hochländern von Mexico, Neu=Granada und Quito, vom europäiſchen Rußland und von Nordaſien liegt, wie ich glaube, nicht in der relativ größeren Zahl der Arten, welche eine oder zwei natürliche Familien bilden; er liegt in den viel complicirteren Verhältniſſen des Zuſammenlebens vieler Familien und der relativen Zahlenwerthe ihrer Arten. In einem Wieſen= und Steppenlande herrſchen allerdings die Gramineen und Cyperaceen, in unſern nördlichen Wäldern die Zapfenbäume, Cupuliferen und Betulineen vor; aber dieſes Vorherrſchen der Formen iſt nur ſcheinbar und täuſchend wegen

des Anblickes, den geſellige Pflanzen gewähren. Der Norden von Europa und Sibirien in der Zone nördlich vom Altai verdienen wohl nicht mehr den Namen eines Reichs der Gramineen oder der Coniferen, als die endloſen Llanos zwiſchen dem Orinoco und der Bergkette von Caracas oder als die Fichtenwaldungen von Mexico. In dem Zuſammenleben der Formen, die ſich theilweiſe erſetzen, in ihrer relativen Menge und Gruppirung, liegt der Geſammteindruck von Fülle und Manchfaltigkeit oder von Armuth und Einförmigkeit der organiſchen Natur."

In demſelben 18. Bande des Dictionnaire des sciences naturelles veröffentlichte Decandolle einen Essai élémentaire de Géographie botanique, der dem vorerwähnten Humboldt'ſchen Artikel unmittelbar vorausgeht, weßhalb er ſich auch mit den in letzterem befindlichen Unterſuchungen der Zahlenverhältniſſe wenig befaßt, da er darauf hinweiſt. Er bezeichnet jedoch dieſe Arbeit, wenn ſie ſoweit in's Detail eingeht, wie wir bei Humboldt ſehen, mehr als eine Aufgabe der Zukunft, die an Material hiezu beſſer verſehen ſein werde, und beſchränkt ſich auf die Verhältniſſe der großen Klaſſen der Acotyledonen, der Monocotyledonen und Dicotyledonen, dann die Vertheilung der baumartigen Gewächſe. Er findet, wie Humboldt, daß die Dicotyledonen gegen den Pol hin raſcher abnehmen, als die Monocotyledonen, und dieſe mehr als die Acotyledonen; die Zahl der baumartigen Gewächſe beträgt nach ihm in Laplaud $^1/_{100}$, in Frankreich $^1/_{80}$, in Guiana $^1/_3$ der ganzen Flora, was eine entſchiedene Zunahme derſelben gegen den Aequator hin ergibt.

Während Humboldt ſich zunächſt die Aufgabe geſtellt hatte, die Zahlenverhältniſſe der Pflanzen, oder, wie er es nennt, die botaniſche Arithmetik, zu unterſuchen, finden wir bei Decandolle die mehr phyſiologiſche Seite in den Vordergrund geſtellt: indem er die Wirkungen der verſchiedenen äußern Agentien, Luft, Waſſer, Boden u. ſ. w. auf die Gewächſe prüft, eine Art und Weiſe der Behandlung, die wieder rückwärts auf die Vertheilung der Pflanzen führt, denn hat man die Bedingungen, welche zur Exiſtenz, ſei es einer Art, oder ſei es einer Familie, nothwendig ſind, ſo ergibt ſich durch Vergleichung mit der Natur eines Ortes die Möglichkeit oder Unmöglichkeit ihres Vorkommens.

Seitdem Humboldt der Pflanzengeographie die Bahn gebrochen, ſind wir in den Beſitz einer großen Anzahl von Arbeiten gelangt, deren nächſter Zweck die Beſchreibung von kleineren Gebieten, größeren oder kleineren Landſtrichen war; doch haben wir auch Werke, welche die geographiſche Verbreitung der Pflanzen auf der ganzen Erde betrachten, ſo die von

Schouw[1], Meyen[2] u. ſ. w., zu denen ſich in neuerer Zeit das Werk des jüngeren Decandolle[3] geſellt hat. Von Humboldt haben wir keine größere Abhandlung weiter über die Pflanzengeographie, doch befinden ſich einzelne Notizen in den verſchiedenen Werken zerſtreut. So beſpricht er im 1. Bande der Asie centrale S. 376 die Frage, in welcher Länge auf dem europäiſch-aſiatiſchen Continente die europäiſche und die aſiatiſche Flora ſich begränzen. Gmelin hatte den Jeniſſei als Gränze feſtgeſtellt, auf deren Oſtſeite erſt die aſiatiſche Flora beginne. „Ich glaubte nicht eher in Aſien zu ſein," ſagt er[4], „als bis ich den Jeniſſei erreicht hatte." Humboldt gibt ebenfalls an, daß die europäiſchen Pflanzen zwiſchen dem Ural und dem Jeniſſei vorherrſchen, und daß der wirkliche aſiatiſche Typus erſt am letzteren beginne, doch ſcheint er nicht abgeneigt, aus den Umſtänden, daß er einen charakteriſtiſchen Repräſentanten der Baikalflora, das Rhododendron dauricum, im Altai gefunden hat, die Gränze etwas weiter nach Weſten zu verlegen.

Zum letztenmale hat Humboldt die Pflanzengeographie in der 3. Aufl. der Anſichten der Natur (II. 108) beſprochen. Er wiederholt hier im Allgemeinen die Sätze der arithmetiſchen Botanik; macht aber eine neue Anwendung davon, indem er auf die Geſammtheit der Pflanzenarten, die auf der Erde ſind, Schlüſſe zieht. Es beruhen dieſe auf einer Ausdehnung des Schluſſes, daß man aus der bekannten Zahl der Arten einer Familie eines Landes auf die Menge der übrigen Gewächſe ſchließen könne, auf die ganze Erde. Kennt man nämlich die Arten einer Familie und die Verhältnißzahl, in der letztere zur Geſammtflora ſteht, ſo iſt das Reſultat der Multiplication der Zahl ſämmtlicher Gewächsarten gleich zu ſetzen. So ſchätzt er die Zahl der $^1/_{12}$ der ganzen Flora ausmachenden Compoſiten zu 12000 an, woraus ſich für alle Pflanzen 144000 ergeben; doch iſt er von dieſem Reſultate wenig befriedigt, da er die Anzahl der bisher bekannten Arten auf 160000—213000 anſchlägt, und er nicht glaubt, daß ſchon die Hälfte derſelben entdeckt ſei; er hält daher dafür, daß auch die in Rede ſtehende Familie noch viele bisher unbekannte Arten habe. In gleicher Art behandelt, würden die bis jetzt beſchriebenen Hülſengewächſe (8068 . 21)

---

1) Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie. A. d. Dän. Berlin, 1823.

2) Grundriß der Pflanzengeographie. Berlin, 1836.

3) Géographie botanique raisonnée. Paris, 1855.

4) Flora Sibirica, I. p. XLIV.

169400 Gewächsarten geben. Es paſſen übrigens beide Zahlen ziemlich zu der obigen von 160000 und man müßte alſo annehmen, daß von den genannten beiden Familien noch verhältnißmäßig ebenſoviel fehlen, als von allen übrigen zuſammen.

Ich muß übrigens hier daran erinnern, was ich bereits S. 234 geſagt habe. Auch in Decandolle's oben erwähnter Géographie botanique raisonnée finden wir einen meines Erachtens nicht zu vernachläſſigenden Einwurf, der darauf beruht, daß nicht alle Arten von Pflanzen einen gleich großen Verbreitungsbezirk haben. „Man betrachte," ſagt Decandolle (S. 1154) „Deutſchland als aus 20 verſchiedenen Ländern zuſammengeſetzt und ſetze die Hülſenfrüchte überall etwa zu $^1/_{12}$, die Polygoneen zu $^1/_{22}$, von den erſteren aber ſeien die Arten mehr local, die anderen aber weit verbreitet. In dieſem Falle wird man für das ganze Deutſchland ganz andere Zahlen bekommen."

Die botaniſche Arithmetik verliert daher an Zuverläſſigkeit, wenn man von kleinen Gebieten auf größere ſchließt; ſie iſt aber zuläſſig, wenn man Gebiete von nahezu gleicher Größe zuſammenhält; und in ihr haben wir jedenfalls ein ausgezeichnetes Mittel, in kurzen Zügen durch Angabe der Brüche ein Bild von der Flora einer Gegend zu geben.

Geſteine, Vulcane und Erdbeben.

Die Stein- oder Felsarten, welche die Grundlage des feſten Theiles der Erdoberfläche ausmachen, zeigen unter einander, nicht nur rückſichtlich ihrer mineralogiſchen Beſtandtheile, ſondern auch in Beziehung auf die Art, wie ſich die größeren Maſſen in kleinere zerlegen laſſen, alſo in Beziehung auf ihre Theilungsſtructur, manchfache Verſchiedenheiten. So unterſcheidet Vogt[1] die amorphe, die geſchichtete, die ſchiefrige, die faſerige und die unbeſtimmte Structur. Beſchränken wir uns auf das Nothwendigſte, ſo ergibt ſich, daß wir vorzugsweiſe diejenigen Geſteine von den andern zu unterſcheiden haben, welche die geſchichtete Structur zeigen. Dieſe Gebilde werden durch zwei einander parallele Flächen begränzt, die im Verhältniß zu der

1) Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde. 2. Aufl. I. 146.

Erſtreckung einen ſehr geringen Abſtand von einander zeigen. Man nennt dieſe Maſſen Schichten, und die verſchiedenen Schichten eines Berges oder Felſens lagern ſich in einer Weiſe auf einander, daß ſie den Blättern eines coloſſalen Buches nicht unähnlich werden. Oft ſind die Schichten bedeutend mächtig (dick) und ihr Inneres ſo compact, daß man Handſtücke daraus für Stücke eines vollkommen homogenen Steines nehmen würde, gewöhnlich läßt ſich aber in der Dispoſition der einzelnen Geſteinstheile ein gewiſſer Parallelismus mit den Schichten wahrnehmen, der zuletzt ſo weit geht, daß die Schichten aus einzelnen dünnen Blättern zuſammengeſetzt ſind, die parallel auf einander liegen. In dieſem Falle bietet die geſchichtete Structur Aehnlichkeit mit der ſchiefrigen, in der jedoch die Theilung der Blättchen eigentlich keine Gränze hat, und nur wegen zunehmender Zerbrechlichkeit der abgetrennten Blättchen endlich aufgegeben werden muß, während bei der Schichtung das Aufhören der Trennbarkeit wahrzunehmen iſt. Bei der unbeſtimmten Structur ſpringen die Steine ganz unregelmäßig in Blöcke von verſchiedenartiger Form.

Die geſchichteten Geſteine ſind die Flötzgebirge oder Sedimentgeſteine, die bereits S. 18 und 19 erwähnt wurden. Sowohl die Neptuniſten als die Vulcaniſten erklären ihre Entſtehung aus in Waſſer gebildeten Niederſchlägen. Die im Waſſer vorhandenen Stoffe lagerten ſich am Boden ab, erhärteten da und treten jetzt nach Entfernung des flüſſigen Elementes dem Menſchen als Steine entgegen. Die Art, wie das Waſſer wegkam, iſt bereits oben angegeben.

Während die eben erwähnten beiden Schulen über den Urſprung der geſchichteten Geſteine vollkommen einig waren, wichen ihre Anſichten ab, wenn es ſich um die Theorie der Herkunft der nicht geſchichteten handelte. Die Neptuniſten ſetzten feſt, die einen derſelben, wie der Granit, ſeien der Kryſtalliſationskern, das Gerüſte der Erde, das aus dem Waſſer zuerſt zum Vorſchein kam, einem andern Theile, wie dem Baſalte, ſchrieben ſie denſelben Urſprung wie den Flötzgebirgen zu, und nur ein kleiner Theil war in Folge einer localen Einwirkung unterirdiſchen, durch Brand von Kohlenflötzen u. dgl. entſtandenen Feuers, geſchmolzen und bei ſpäter erfolgter Abkühlung erhärtet (eigentliche Laven). Nach der Anſicht der Vulcaniſten ſind nichtgeſchichtete Geſteine ſolche, bei deren Bildung das unterirdiſche Feuer wenn nicht alles gethan, ſo doch in bedeutendem Maaße mitgewirkt hat.

Die geſchichteten Geſteine liegen in verhältnißmäßig ſeltenen Fällen ſo, daß ihre Trennungsflächen horizontal ſind; ſie neigen ſich im Allgemeinen

mehr oder weniger gegen den Horizont, wie wir es bei den Dächern der Häuſer zu ſehen gewohnt ſind. Die Richtung der Linie, welche bei den Dächern der Firſt einnimmt, heißt das Streichen der Schichte, während die Steilheit des Daches der Neigung der Schichte analog iſt; doch muß dabei bemerkt werden, daß nicht wie bei den Hausdächern immer je zwei Seiten, die nach entgegengeſetzten Seiten geneigt ſind, zuſammengehören; bei den Schichten iſt ſehr häufig nur eine einzige vorhanden. Man hat dann auf der einen Seite die Abdachung; auf der andern Seite bemerkt man die Enden (Köpfe) der verſchiedenen über einander liegenden Schichten, wie man die Blätter oder die beiden Deckel eines Buches ſieht, das man, während der Rücken auf dem Tiſche liegen bleibt, auf der Schnittſeite in die Höhe hebt.

Bedenkt man, daß die nunmehrigen geſchichteten Geſteine in früherer Zeit den Schlamm auf dem Boden eines Waſſerreſervoirs, zumeiſt des Meeres ausmachten, ſo ergibt ſich alsbald, daß dieſe Ablagerung und folglich auch die Lage der Schichten nur ſo ſtattfinden konnte, daß deren obere Fläche horizontal war.

Bereits Nicolaus Steno (1669) hat auf dieſe Nothwendigkeit hingewieſen, und auch die Vulcaniſten haben große Bedeutung hierauf gelegt, während der Vorkämpfer des Neptunismus, Werner, annahm, daß ſich Schichten bis zu einer Neigung von 30° unmittelbar aus dem Waſſer niederſchlagen können, und daß, wenn je einmal ſtärker geneigte Schichten vorkommen, dieſes von dem Einſturze ehemaliger Höhlen abzuleiten ſei. Werner betrachtete alſo die größere Neigung der Schichten in gleicher Weiſe wie die Vulcane als etwas Locales. Hutton, und mit ihm die Vulcaniſten, dagegen blieben darauf ſtehen, daß jede Schichte urſprünglich horizontal geweſen ſein müſſe, und erklärten die jetzige Neigung daraus, daß ſeit der Ablagerung von unten her ein Druck gewirkt haben müſſe, der einen Theil der Schichte mehr hob als den andern. Werner nahm die Erde als feſt, Hutton glaubte, ſie ſei innen flüſſig, und dieſe letztere Annahme machte ſeine ganze Theorie den verſchiedenen Beobachtungen gegenüber viel biegſamer, als es der kryſtalliſirende Neptunismus ſein konnte. Daß die Schichten früher horizontal geweſen ſeien, iſt jetzt vollkommen erwieſen. Wenn man einen Rollſtein irgend wohin wirft, ſo wird er auf ſeiner breiteſten Seite liegen bleiben, und beobachtet man einen ſolchen Stein in irgend einer Schichte, ſo ſteckt er jedesmal ſo in derſelben, daß ſeine breiteſte Seite mit der Schichtenfläche parallel läuft. Als die Schichte noch Schlamm war, fiel der Stein hinein, und legte die breiteſte Fläche horizontal und mit der nachträglichen Aenderung der Schichtenlage änderte ſich auch die des Steines.

Die Neigung lehrt uns, daß an der Stelle, wo jetzt die Schichte aus dem Boden hervorragt, einmal ein Druck von unten her gewirkt haben müſſe. Ein Theil der Erdkruſte iſt hier in die Höhe gehoben worden, und man ſieht daher, ohne daß man lange gräbt, auf derjenigen Seite eines Berges, auf der die Schichtenköpfe ſind, die Enden der verſchiedenen Schichten, woraus ſich dann ein Schluß auf die Zuſammenſetzung der Erdkruſte ziehen läßt. Iſt die gehobene Stelle nicht ein Berg, ſondern eine größere Strecke Landes, ſo kann man, wenn man quer durch das Land reiſt, die einzelnen Schichtenköpfe beobachten. Es iſt dieſes ungefähr ſo vorzuſtellen, wie wenn man bei einem zur Hälfte geöffneten Buche, deſſen Rücken auf dem Tiſche liegt, quer über den Schnitt hinginge, in welchem Falle man auch von einem Blatte zum andern gelangt. Wären die verſchiedenen Blätter von verſchiedener Farbe, ſo wäre es möglich, aus dem Farbenwechſel am Schnitte auf die Zuſammenſetzung des Buches einen Schluß zu ziehen, und wenn man quer durch ein geeignetes Land reiſt, bekommt man ein Bild, wie der Boden zuſammengeſetzt iſt, ohne daß man auch das geringſte Loch gemacht hätte. Nicht jedes Land eignet ſich jedoch in gleicher Weiſe zu derartigen Beobachtungen; die Hebungsrichtungen haben ſich mitunter gekreuzt, d. h. es haben Verwerfungen ſtattgefunden. Ausgezeichnet günſtig hiefür iſt England; dort wird man, wenn man von Oſt nach Weſten geht, die größte Regelmäßigkeit in der Schichtenänderung gewahr, ſo daß man, je weiter man weſtwärts kommt, immer wieder auf Schichten kommt, die im Oſten weit unter der Oberfläche liegen. Dieſe Einfachheit der Geſtaltung iſt auch die Urſache, warum dieſe Verhältniſſe zuerſt in England wahrgenommen wurden. Bei den Alpen wie bei den meiſten Gebirgen hat, wenn man von den verſchiedenen Verwerfungen abſieht, die Hebung in der Mitte gewirkt und man kommt auf verſchiedene Schichten, wenn man ſich dem Kamme nähert, jenſeits deſſen (alſo bei nun zunehmender Entfernung von ihm) die umgekehrte Reihenfolge beobachtet wird. In der Mitte iſt das, was in die Höhe geſchoben hat, — ungeſchichtetes Geſtein. — Die Schichten ſind ſo geneigt, daß ſie von dem Kamme weg abdachen, ſie würden ein vollſtändiges (mit zwei Seiten verſehenes) Dach darſtellen, wenn man die entſprechenden Schichten auf beiden Seiten ſo verlängert dächte, daß ſie ſich (alſo über dem Kamme) ſchneiden. Doch gibt es dabei auch vielfache, von Kreuzungen der Hebungsrichtungen u. ſ. w. herrührende Verwerfungen.

Die Berge ſind ſteil, wo die Schichtenköpfe ſind, alſo auf der Seite des Kammes, ſanfter abdachend auf der andern Seite. Das Streichen der Schichten iſt von großer Bedeutung für die Beſtimmung des Ortes, an

welchem die Hebung ſtattgefunden hat; noch mehr aber als das Streichen iſt die Lagerung der Schichten über einander wichtig, da dieſe uns das Mittel an die Hand gibt, über das relative Alter der Schichten Aufſchluß zu erhalten. Liegt nämlich eine Schichte A auf der Schichte B, ſo muß A ſchon vorhanden geweſen ſein, als B ſich erſt bildete, und A muß daher älter ſein als B. Dieſer Satz iſt unumſtößlich und darum auch nie angefochten worden. Die Gebilde der verſchiedenen Zeitalter der Erde, alſo die auf einander liegenden Schichten, ſind nicht immer dieſelben geweſen, ſie haben ſich fort und fort geändert; ihre Hauptbeſtandtheile waren zwar von jeher Thonerde, Kieſelerde und Kalk, aber nichtsdeſtoweniger beſtehen in Beziehung auf die jeweiligen chemiſchen Beigaben, ſowie in Beziehung auf die phyſikaliſchen Eigenſchaften, wie Farbe, Dichtigkeit u. ſ. w. große Unterſchiede.

Es kann vorkommen, daß ein Paar Felsarten in verſchiedener Höhe wiederholt mit einander wechſeln, aber ſie hören endlich auf und dann kommt ein neuer Stein. Hierauf hat ſchon Füchſel[1] aufmerkſam gemacht. Er erkannte, daß gewiſſe Grüppen von Schichten zuſammengehören und eine jede ſolche Gruppe, die er Formation nannte, bezeichnete nach ihm eine Epoche in der Geſchichte der Erde. Füchſel betrachtete eine Formation als eine Reihenfolge von Schichten, welche ſich unter gleichen Verhältniſſen unmittelbar nach einander gebildet haben; Werner dagegen belegte mit dem Namen Formation alle diejenigen Gebirgsarten, welche gleiche Beſtandtheile darbieten. Es zeigen ſich nämlich auf der Erde wiederkehrende Reihen von Kalk, Schiefer, Sandſtein u. ſ. w. und dieſe wiederkehrenden Glieder nannte Werner Formation, während die Füchſel'ſche Formation von ihm die Bezeichnung Lagerungsganzes erhielt. Es bilden alſo mehrere Werner'ſche Formationen zuſammen eine Füchſel'ſche. Von dem Satze ausgehend, es ſei überall ſo wie in Sachſen, nahm Werner als älteſtes Glied das Urgebirge, den Kryſtalliſationskern, an, das weſentlich aus Granit, Gneiß, Syenit u. ſ. w. beſteht. Auf das Urgebirge folgte nach ihm das Uebergangsgebirge (Thonſchiefer, Grauwacke, Conglomerate u. ſ. w.) dann die Secundärgebilde oder das Flötzgebirge (Zechſtein, Muſchelkalk u. ſ. w.) und das auf dem Quaderſandſteine liegende Geſtein wurde als aufgeſchwemmtes Land betrachtet. Später haben Cuvier und Brongniart von letzterem noch die tertiären Gebilde abgeſondert und in neuerer Zeit nimmt man auch noch quaternäre an, welche die jüngſten Gebilde umfaſſen.

1) Historia terrae et maris, ex historia Thuringiae per montium descriptionem erecta. Act. Acad. Mogunt. 1762. Entwurf der älteſten Erd- und Menſchengeſchichte. 1773.

Es ergibt ſich nun ſehr leicht die Frage, ob die im Vorſtehenden angegebene Reihenfolge nur in Sachſen, nur in Europa, oder überall beobachtet werde. Wenn bei uns die dem Uebergangsgebirge angehörende Steinkohlenformation unter der (ſecundären) Kreide liegt: Iſt dieſes dann anderswo auch ſo? Hat, ſelbſt die Bejahung dieſer Frage zugegeben, die Bildung gleichartiger Formationen allenthalben gleichzeitig ſtattgefunden, oder iſt etwa ein Erdtheil der Zeit nach hinter dem andern her, ſo daß etwa in Europa die eine Steinart ſich ablagerte, während Amerika mit der Bildung einer andern Formation beſchäftigt war? Zur Beantwortung des erſten Theiles der vorſtehenden Frage iſt unmittelbare Beobachtung nöthig, zum zweiten Theile, bei dem allerdings die Wahrſcheinlichkeit für die Bejahung entſcheidet, iſt noch ein ſehr bedeutendes Hülfsmittel hinzugekommen. Dieſe Hülfe bieten die Verſteinerungen und die Ueberreſte vormaliger organiſcher Weſen im Allgemeinen.

Zur Zeit, als jene alten Steine noch weicher Schlamm waren, mußten von den damals lebenden Thieren die einen oder andern nach ihrem Tode in dem Schlamme liegen bleiben, oder ſie wurden durch eine Ueberſchwemmung mit Sand u. dgl. verſchüttet und begraben. Die Thiere, die in dem Waſſer lagen, das immer die eine oder die andere unorganiſche Subſtanz, wenn auch oft in ganz geringer Menge aufgelöſt enthält, nahmen dieſe daraus auf, ſie verloren ihre urſprünglichen Beſtandtheile und erſetzten ſie durch neue, ſo daß zuletzt ein Stein in der Form des Thieres übrig blieb. Der Vorgang iſt ungefähr derſelbe, wie wenn man in einem Stücke Tuch den einen Faden nach dem andern auszieht und den jedesmal ausgezogenen durch einen andern, etwa einen Metallfaden, erſetzt. Man wird zuletzt ein der Form nach mit dem Tuche harmonirendes Stück eines Metallgeflechtes haben. Aus den vorweltlichen Thieren wurden ſo Verſteinerungen, Petrefacten.[1] Andere Thiere, die, wie Muſcheln, Schnecken u. ſ. w., ſchon ein ſteinernes Gehäuſe haben, durften nur ſterben und das Fleiſchige herausfaulen, ſo blieb die Schale übrig. Viele derſelben, wie z. B. die Auſtern, leben geſellig in großen Maſſen bei einander. Die jungen Thiere legen ſich auf die alten, letztere ſterben ab, das leere Gehäuſe bleibt und füllt ſich nach und nach mit Sand und Schlamm, und ſo kann es zuletzt kommen, daß ſehr große Lager, Bänke und Felſen faſt ganz von dieſen Thieren gebildet werden.

1) Die von Humboldt geſammelten Petrefacten wurden von L. v. Buch und Degenhardt beſchrieben und unter dem Titel: Petrifications recueillies en Amérique par M. A. de Humboldt, 1839 veröffentlicht.

Die Pflanzen machten in der Regel einen angehenden Verkohlungsproceß durch, wie dieſer vor unſern Augen in dem Torfe vor ſich geht, und ſie wurden zu Steinkohlen, Braunkohlen u. ſ. w.

Bei der Bedeckung einer Pflanze mit weichem Schlamm nahm dieſer auch die Form des Gewächſes an, und als er erhärtete, blieb von der Pflanze, die vielleicht längſt nicht mehr vorhanden iſt, ein ganz genaues Siegel. Auf dieſe und noch einige andere weniger bedeutende Arten iſt es uns möglich, uns Kunde von der Fauna und Flora derjenigen Zeit zu verſchaffen, in der ein Sedimentgeſtein ſich gebildet hat.

Schon in den älteſten Zeiten ſind den Menſchen dieſe Erſcheinungen aufgefallen; doch war man im Allgemeinen weit entfernt, den Einfluß des Studiums dieſer Formen auf die Geſchichte unſrer Erde zu ahnen. Man hielt die Verſteinerungen für Naturſpiele (lusus naturae), Formen, in denen die Natur wie zum Zeitvertreibe die Umriſſe organiſcher Geſchöpfe nachgebildet hätte, man glaubte einen verunglückten Anlauf zur Hervorbringung organiſcher Weſen hierin zu erblicken, oder man hielt auch Knochen großer vorweltlicher Thiere, wie der Mammuthe, für die Ueberreſte eines ehemaligen Gigantenſtammes, der vor langer Zeit die Erde bewohnte. Hooke trat am Beginne des 18. Jahrhunderts dieſer Anſicht entgegen und behauptete, die Verſchiedenheit der Verſteinerungen, die ſchon vor ihm der an der alten Theorie hängende Liſter erkannt hatte, möchte wohl daher rühren, daß verſchiedene Zerſtörungsperioden der lebenden Geſchöpfe auf der Erde ſich gefolgt ſeien. Die Verſteinerungen ſind nämlich faſt in jeder Gebirgsart wieder verſchieden; ſie bleiben ſich dagegen nahezu gleich, wenn man die Glieder einer und derſelben Schichte zuſammenhält, es mag die letztere an dem einen oder dem andern Ende der Erde gefunden worden ſein. Je tiefer die Schichte liegt, je älter ſie alſo iſt, um ſo mehr weicht die Form der damaligen Thiere und Pflanzen von der der jetzt lebenden ab. Nach und nach gewahrt man immer andere und andere Geſchöpfe, die ſich immer mehr den jetzigen nähern, und in den jüngeren Schichten ſieht man ſogar eine Andeutung von klimatiſchem Einfluß. Die alten Geſchöpfe gleichen am meiſten denen unſerer jetzigen Tropen; aus der (tertiären) Braunkohlenzeit findet man in unſern Ländern ſolche Pflanzen, wie Lorbeer u. dgl., deren jetzt lebende Verwandte in den wärmeren Theilen der gemäßigten Zone leben. Ganz zu oberſt findet man Geſchöpfe, die auf ein von dem jetzigen nicht ſehr verſchiedenes Klima des Fundortes ſchließen laſſen. So z. B. wurde am Anfange dieſes Jahrhunderts an der Lena in Sibirien ein bisher im Eiſe begrabenes, mit Haut und Fleiſch verſehenes Mammuth entdeckt, deſſen dicker Pelz auf

eine zu ſeinen Lebzeiten mögliche bedeutende Kälte, deſſen in den Zähnen und im Magen befindliche Speiſereſte auf die dortige Flora und auf eine niedrige Temperatur ſeines Aufenthaltsortes ſchließen ließen.

Für uns haben die Ueberreſte der organiſchen Geſchöpfe der Vorwelt zunächſt darum Bedeutung, weil ſie ein Hülfsmittel an die Hand geben, die oben aufgeworfene Frage zu beantworten, ob die Bildung einer und derſelben Felsart in den einzelnen Erdſtrichen zu gleicher Zeit vor ſich gegangen ſei, denn wenn man in Amerika dieſelbe Reihenfolge der Schichten beobachtet, wie in Europa, wenn in demſelben Geſtein, gleichviel wo man es findet, die Petrefacten ſtets den gleichen Charakter haben, ſo kann man jedenfalls mit einem hohen Grade von Wahrſcheinlichkeit annehmen, daß bei der Entſtehung dieſelben Umſtände gewaltet haben, daß derſelbe Stein allenthalben der gleichen Epoche unſerer Erde entſpreche. Hierauf hat zuerſt W. Smith am Ende des vorigen Jahrhunderts aufmerkſam gemacht.

Außer der Feſtſtellung des Synchronismus der einzelnen Formationen bleibt uns noch die Reihenfolge derſelben zu beſtimmen, es iſt die Frage zu beantworten: Welche Formationen und welche Glieder derſelben folgen auf einander? Die Beantwortung dieſer Frage wäre ſehr leicht, wenn jede Steinart über die ganze Erde verbreitet und allenthalben dem Blicke des Menſchen bloßgelegt wäre; allein beide Erforderniſſe ſind nicht erfüllt. Wie die neueren Forſchungen ergeben haben, iſt die Oberfläche der Erde ſchon ſeit uralter Zeit in Land und Waſſer getheilt. Zwar iſt die Curve, welche den feſten Theil von dem flüſſigen ſondert, die Küſte, ſtets veränderlich geweſen, wie ſie auch ſeit den hiſtoriſchen Zeiten manche Modificationen erlitten hat; aber ſoviel ſteht feſt, daß ſeit dem Beginne der Sedimentgeſteine ſtets Land, ſtets Waſſer vorhanden war. In den Oceanen der Jetztzeit ſetzt ſich allerlei Schlamm ab, der dereinſt zur Felsmaſſe zuſammenbacken kann. Sollte nun in einem vielleicht fernen Jahrhundert das Relief unſerer Erde ſich ſo ändern, daß ein Theil des jetzigen atlantiſchen Oceans ſich ſo erheben würde, daß er gleichzeitig mit einem Theile des jetzigen Feſtlandes Land bildete, ſo müßte er offenbar mit einer Steinſchichte überdeckt ſein, die der andern Parthie abgeht. Was aber in Zukunft geſchehen kann, iſt in der Vergangenheit wirklich vorgekommen, denn wir haben große Strecken Landes, die nachweisbar mit marinen Bildungen überdeckt ſind. So iſt weitaus die größte Maſſe der Alpengeſteine der Schlamm eines früheren Meeres geweſen, und was als Folge zukünftiger Begebenheiten auf der Erde geſehen werden wird, läßt ſich als Folge früherer Ereigniſſe jetzt ſchon beobachten. Es geht daher keine Formation über die ganze Erde hinweg;

während das Eine da geſchah, ereignete ſich das Andere dort, und eine Formation wird an einer Stelle weniger mächtig, um vielleicht etwas ferner einer andern Platz zu machen. Es können ein Paar gleichzeitige Bildungen, z. B. eine Bildung des Landes und eine des Meeres, an derſelben Stelle öfters mit einander abwechſeln, wenn während eines Zeitraumes an dieſem Flecke der Boden ſich bald hob, bald ſenkte u. ſ. w.

Aus dem Vorſtehenden dürfte erhellen, daß es eine ſchätzbare Arbeit ſein müſſe, alle dieſe Erſcheinungen gegen einander abzuwägen, diejenigen Schichten zu bezeichnen, die als zuſammengehörende anzuſehen ſind, und die Art und Weiſe feſtzuſetzen, wie die verſchiedenen Glieder auf einander folgen, kurz, die oben angeführten Fragen zu beantworten. Dieſe Aufgabe hat ſich Humboldt geſtellt und in ſeinem Essai sur le gisement etc. durchgeführt, ſoweit die damals bekannten Thatſachen es geſtatteten. Durch ſeine Reiſen in Europa und Amerika hatte er eine größere Menge von Erfahrungen geſammelt, als irgend ein Forſcher vor ihm, und ſeine Arbeit mußte daher um Vieles vollſtändiger ausfallen, als die früheren, die ſich nur mit Feſtſtellung der in kleineren Landſtrichen vorkommenden Formationen beſchäftigen konnten. Er verglich die Lagerung der einzelnen Formationen, ihr gegenſeitiges Verhältniß, die in ihnen vorkommenden Verſteinerungen, und verfaßte auf dieſe Weiſe eine gleichzeitig geographiſche und hiſtoriſche Arbeit, indem er ſowohl die Fundorte der einzelnen Formationen in horizontaler Richtung, als auch durch Angabe ihrer Lage in ſenkrechter Richtung ihr relatives Alter, das zu wiſſen zu einer Geſchichte der Erde unerläßlich iſt, feſtſetzte. Er beſtätigte, daß die einzelnen Schichten nach der Tiefe zu ſich ändern, fand aber auch, daß jede Steinart, wenn ſie auch nur ſtreckenweiſe auf der Erde vorkommt, doch allenthalben, ſelbſt in den verſchiedenſten Erdſtrichen, denſelben Charakter hat. Es kann jede Gebirgsart in jeder Breite, in jedem Klima vorkommen, und ſo unterſcheidet ſich der Stein bedeutend von dem Thiere und der Pflanze, die mit nur ganz wenigen Ausnahmen an das Klima gekettet ſind.

Den Schluß des Buches bildet ein Vorſchlag Humboldt's, den Lagerungszuſtand eines gegebenen Ortes durch allgemein einzuführende Zeichen anzugeben, ein Vorſchlag, der jedoch nicht durchgeführt wurde.

Es iſt üblich, auf geologiſchen Karten beſondere Geſteine mit verſchiedenen Farben zu bezeichnen, ähnlich wie man auf Landkarten auch gelegentlich die einzelnen Länder verſchieden colorirt oder ihnen doch verſchieden gefärbte Ränder gibt. Bei dieſen geologiſchen Karten iſt es ſehr häufig, daß man mit Roth Granite, mit Gelb Porphyre, mit Grün Tertiärgebilde be-

zeichnet und daß neueres angeſchwemmtes Land weiß gelaſſen wird. In ähnlicher Weiſe ließe ſich irgend eine Beobachtung durch Buchſtaben angeben, von denen jeder eine gewiſſe Bedeutung hat, und man könnte ſo das Ganze, das ſich näher zuſammengedrängt bezeichnen läßt, auch leichter überſehen. So würde nach Humboldt's Vorſchlag α den Granit, β den Gneiß, γ den Glimmerſchiefer u. ſ. w. bedeuten, und durch Benutzung von Accenten, Exponenten u. ſ. w. laſſen ſich auch nähere Bezeichnungen einführen.

Es möge genügen, hier eine Probe zu geben, welche Humboldt ſelbſt anwandte, um die Zuſammenſetzung des Bodens von England zu bezeichnen. β, $\sigma\pi$, δ', $\varkappa^{s}$, $\tau'\,\varkappa^{s}$, τ', ξ, $\varkappa^{\alpha}$, τ^{α}, $\varkappa^{n} + \vartheta$, τ^{o}, — —. Es bedeutet dieſes: Das Uebergangsgeſtein beginnt bei der Formation des Syenits und Porphyrs ($\sigma\pi$), das auf einem Gneiße (β) liegt, den man für primitiv hält; dann folgen Thonſchiefer mit Trilobiten (δ'), die Grauwacke (von May-Hill) ($\varkappa^{s}$), Uebergangskalkſtein (von Longhope) (τ'), alter rother Sandſtein (von Mitchel Dean) ($\varkappa^{s}$), der Bergkalk von Derbyſhire (τ'), die große Kohlenformation (ξ), das jüngere Conglomerat, repräſentirend rothen Sandſtein ($\varkappa^{\alpha}$), Bitterkalk (τ^{α}), Red Marl mit Steinſalz ($\varkappa^{n} + \vartheta$), Oolithenkalk ($\tau^{o}$) ...

Es iſt mir kein Beiſpiel bekannt, in dem von dieſer Bezeichnung Anwendung gemacht worden wäre, man bleibt ſtets bei der Bezeichnung mit Worten.

Aehnlich wie man die Verbreitung einer Pflanzen- oder Thierform über verſchiedene Landſtriche aufſuchen und das Verhältniß dieſer oder jener Familie zur Geſammtheit feſtſtellen kann, und dann andererſeits wieder die Aufgabe herzutritt, die Art und Weiſe zu beſtimmen, wie die Flora und Fauna eines Landes zuſammengeſetzt iſt, ſo können wir beide Ziele natürlich unter Vorausſetzung der nöthigen Aenderungen auch in dem Mineralreiche verfolgen.

Im Essai sur le gisement etc. hat ſich Humboldt zunächſt die erſtere Aufgabe geſtellt und die gegenſeitigen Beziehungen der einzelnen Gebirgsarten aufgeſucht; in einer andern Arbeit, der Esquisse d'un tableau géognostique de l'Amérique méridionale, die ſich im 3. Bande der Rel. hist. befindet, ſehen wir ihn mit dem andern Theile beſchäftigt. Er beſpricht hier die Verbreitung der Gebirgsarten, Neigung und Streichen derſelben, das Vorkommen der Ebenen und der Gebirge, ſowie die Richtung der Züge der letzteren, ihre Vereinigungsſtellen (Knoten) u. ſ. w.

In's Detail dieſer Unterſuchungen einzugehen, würde mich viel zu weit führen; es möge genügen, unter Verweiſung auf die vorangehende Ausein-

anderſtellung auf den Zweck der Arbeiten und deren Bedeutung für die Geologie und Geognoſie hinzuweiſen, welche beiden letzteren Wiſſenſchaftszweige annähernd die Stelle der Pflanzenphyſiologie und Pflanzengeographie bei den Geſteinen vertreten, während man die Oryktognoſie als großentheils der ſyſtematiſchen Botanik analog betrachten kann.

Die beiden genannten Werke Humboldt's ſind vorzugsweiſe beſchreibender Natur, und ſie laſſen ſich daher abfaſſen, ohne daß man nöthig hätte, den oben (im Kapitel „Baſalt") angeführten Streit zwiſchen Neptuniſten und Vulcaniſten zu berühren, da es ſich in ihnen mehr um das handelt, was da iſt, als um die Art, wie es geworden iſt. Humboldt hat ſich auch nur ausnahmsweiſe über den Streit geäußert; aber wie es in der Beſchreibung der rheiniſchen Baſalte Stellen gibt, aus denen ſich, wie ich gezeigt habe, ſchließen läßt, daß er zu den Neptuniſten zählte, ſo laſſen ſich in den in Rede ſtehenden Werken auch Stellen finden, welche und zwar noch entſchiedener zeigen, daß er mittlerweile zu den Vulcaniſten übergegangen war. So führte er die Trachyte, Phonolithe, Baſalte, Dolerite u. ſ. w. unter der Reihe der ausſchließlich vulcaniſchen Geſteine auf. In S. 316 des Essai sur le gisement etc. ſagt er: „Es iſt bei dem gegenwärtigen Stande der Wiſſenſchaft faſt überflüſſig, anzuführen, wie wenig die Annahme einer wäßrigen Löſung auf Granit, Gneiß, Porphyr, Syenit, Euphotid und Jaspis anwendbar iſt. Ich wage nicht, mich über die Umſtände auszuſprechen, welche die erſte Bildung der oxydirten Kruſte unſres Planeten begleitet haben mögen, doch zaudre ich auch nicht, mich auf die Seite derjenigen Geognoſten zu ſtellen, welche bei der Bildung der kryſtalliniſchen Kieſelgeſteine mehr zum Feuer, als, wie es bei dem Travertin und andern aus Waſſer ſich bildenden Kalkſteinen geſchieht, zum Waſſer ihre Zuflucht nehmen."

Wann dieſer Umſchlag bei Humboldt erfolgte, läßt ſich nicht gut angeben; doch geſchah dieſes jedenfalls während der amerikaniſchen Reiſe, wahrſcheinlich ſchon in Teneriffa, wo er am Pic Lavaſtröme von Baſalt beobachtete und zuerſt Bekanntſchaft mit einem noch thätigen Vulcane machte. Da jedoch der Bericht über ſeine Beobachtungen zu Teneriffa im erſten Bande der Rel. hist. erſt 1814 veröffentlicht wurde, wäre es möglich, daß die Aenderung ſeiner Anſicht auch ſpäter erfolgt ſei; allein aus dem 2. Bande der Rel. hist. ergibt ſich, daß er ſich ſchon am Anfange ſeiner amerikaniſchen Reiſe dem Vulcanismus zugewandt hatte.

Als nämlich im Jahre 1812 die Stadt Caracas durch ein fürchterliches Erdbeben zerſtört worden war, wurde von verſchiedenen Seiten behauptet, Humboldt und Bonpland hätten nach ihrem Beſuche der Silla (ſ. oben

S. 82) ausgeſagt, daß die Nähe dieſer Silla für die Stadt ſehr gefährlich ſei, weil dieſer Berg viel Schwefel enthalte, und daß die Erſchütterungen von Nordoſt herkommen würden. Humboldt ſagt hierüber:[1] „Es konnte mir niemals einfallen, zu behaupten, daß die Silla und der Cerro de Avila, Berge von Gneiß und Glimmerſchiefer, für die Hauptſtadt gefährliche Nachbarn ſeien, weil ſie in den untergeordneten Lagern von Urkalk viele Feuerſteine enthalten; ich erinnere mich aber, während meines Aufenthaltes in Caracas geſagt zu haben, daß das Oſtende des Feſtlandes ſeit dem Erdbeben von Quito in einem Zuſtande von Erregung ſei, der für die Provinz Venezuela mit der Zeit bedeutende Erſchütterungen befürchten laſſe. Ich fügte bei, daß, wenn ein Land längere Zeit unter Erdſtößen gelitten hat, ſich neue unterirdiſche Verbindungen mit den nahe gelegenen Gegenden eröffnen, und daß die Antillenvulcane, die nordöſtlich von der Stadt in der Richtung der Silla liegen, vielleicht die Ventile ſeien, durch welche während eines Ausbruches die Gaſe entſtrömen, welche auf dem Feſtlande die Erdbeben verurſachen. Von dieſen rein auf Localkunde und einfache Analogien geſtützten Betrachtungen iſt es aber weit bis zu einer Vorausſage, welche durch die Naturerſcheinungen beſtätigt worden iſt.“ Dieſe Stelle iſt für uns darum intereſſant, weil ſie zeigt, daß Humboldt ſchon in Caracas ſich mit dem Gedanken an weit verzweigte unterirdiſche Communicationen vertraut gemacht hatte, ein Gedanke, der ſich mit dem Vulcanismus, aber nicht mit dem Neptunismus verträgt.

Die Schule der Neptuniſten, die am Schluß des vorigen Jahrhunderts ihren Einfluß in Frankreich und England ziemlich verloren hatte und ſich nur in Deutſchland, vorzugsweiſe des eigenthümlichen Auftretens der deutſchen Baſalte wegen, hatte halten können, wurde, während Humboldt in Amerika war, auch hier verdrängt. Hiezu trug vorzugsweiſe die Reiſe bei, welche Leopold v. Buch, wie und mit Humboldt Schüler und Anhänger Werner's, nach der Auvergne machte. Seit dieſer Zeit war für die neptuniſche Schule das Feld verloren. Die Vulcaniſten beſchränkten ſich nicht lange darauf, nur den Baſalt und die verwandten Geſteine als feurigen Urſprungs zu bezeichnen, bald wurde dieſer auch auf ſämmtliche nicht geſchichtete Felsarten, alſo auf diejenigen, welche Werner als den Kryſtalliſationskern der Erde betrachtet hatte, wie Granit, Gneiß, Syenit u. ſ. w. in Anſpruch genommen, doch wurden ſie in der Weiſe von dem Baſalte und deſſen Verwandten, den Laven, unterſchieden, daß ſie nicht aus Vulcanen,

1) Rel. hist. II. 13.

ſondern aus weiten Schluchten und Erdriſſen aus dem Innern hervorgekommen, daß ſie nicht flüſſig, ſondern mehr breiartig hervorgequollen ſeien. Man nannte dieſe ſo gebildeten Geſteine zum Unterſchiede von den Laven plutoniſche Gebilde, woher denn auch die Schule den Namen plutoniſtiſche erhalten hat.

Der Antheil, den Humboldt an der Ausbildung des Plutonismus oder Vulcanismus nahm, bezieht ſich vorzugsweiſe auf die Beweiſe, die er für die Lehre von der Allgemeinheit, der weiten Verbreitung des Vulcanismus, und von dem innern Zuſammenhange weit von einander entfernter Feuerberge beibrachte. Werner hatte bekanntlich die Vulcane als eine rein locale, von brennenden, unterirdiſchen Kohlenlagern u. dgl. abhängige Erſcheinung betrachtet; Humboldt wies nach, daß der Vulcanismus eine über weite Strecken verbreitete tief im Innern der Erde hauſende Thätigkeit ſei, die ſich bald als Feuerausbruch eines Vulcans, oder in der ruhigern Aushauchung von Schwefel und Gaſen, bald als Erdbeben zu erkennen gebe. Er bediente ſich des glücklichen Ausdruckes, der Vulcanismus ſei die Reaction des Innern der Erde auf deren Oberfläche.

Man kann Humboldt als einen der vorzüglichen Förderer der plutoniſtiſchen Schule betrachten, da er nachwies, wie im Innern der Erde fortwährend eine theils bildende, theils das Vorhandene zerſtörende Kraft thätig ſei und das Studium der Vulcane, in dem er ſo Vieles leiſtete, hat wieder auf die ganze plutoniſtiſche Lehre zurückgewirkt, weil das, was man gegenwärtig an den Vulcanen vorgehen ſieht, uns zunächſt Fingerzeige über das geben kann, was in der Vorzeit mit Hülfe dieſer Kraft wirklich geſchehen iſt.

Erdbeben und Vulcane hat Humboldt in der Relation historique zu wiederholten Malen beſprochen: ſo findet ſich namentlich am Eingange des 2. Bandes eine größere Abhandlung über die Erdbeben. Außerdem beſitzen wir noch die Abhandlung „Ueber den Bau und die Wirkungsart der Vulcane in verſchiedenen Erdſtrichen“[1] und ein Paar kleiner, ſpecielle Gegenſtände beſprechende Aufſätze über die von den Vulcanen ausgeworfenen Fiſche, über den Jorullo u. ſ. w., die oben S. 124 angeführt wurden.

In der Abhandlung „Ueber den Bau u. ſ. w.“ erwähnt Humboldt die große Manchfaltigkeit, in welcher die vulcaniſchen Gebilde auf der Erdoberfläche ſich finden, und die man erſt ſeit dem Beginne dieſes Jahrhunderts gehörig würdigt, weil erſt ſeit dieſer Zeit die Bekanntſchaft mit Ländern

1) Abhandlungen der k. Akademie zu Berlin. 1822 u. 1823.

datirt, in denen thätige Vulcane eine außerordentliche Wirkung ausüben, während alles, was man früher von Vulcanen wußte, von dem Aetna und dem Vesuv, ja strenge genommen fast nur von letzterem, einem der kleinsten herrührte. „Allerdings," sagt Humboldt, „hätte eine sorgfältigere Untersuchung des ganzen Mittelmeeres, besonders der östlichen Inseln und Küstenländer, wo die Menschheit zuerst zu geistiger Cultur und edleren Gefühlen erwachte, eine so einseitige Naturansicht verhindern können. Aus dem tiefen Meeresgrunde haben sich hier unter den Sporaden Trachytfelsen zu Inseln erhoben, dem azorischen Eilande[1] ähnlich, das in 3 Jahrhunderten dreimal fast in gleichen Zeitabständen periodisch erschienen ist, zwischen Epidaurus und Trözene bei Methone hat der Peloponnes einen Monte nuovo, den Strabo beschrieben und Dodwell wiedergesehen hat, höher als der Monte nuovo[2] der phlegräischen Felder bei Bajä, vielleicht selbst höher als der neue Vulcan von Jorullo[3] in den mexikanischen Ebenen, den ich von mehreren kleinen aus der Erde herausgeschobenen, noch gegenwärtig rauchenden Basaltkegeln umringt gefunden habe. Auch im Bassin des Mittelmeeres bricht das vulcanische Feuer nicht bloß aus permanenten Kratern, aus isolirten Bergen aus, die eine dauernde Verbindung mit dem Innern der Erde haben, wie Stromboli, der Vesuv und der Aetna. Auf Ischia, am Epomäus und wie es nach den Berichten der Alten scheint, auch in der lelantischen Ebene bei Chalcis, sind Laven aus Erdspalten geflossen, die sich plötzlich geöffnet haben. Neben diesen Erscheinungen, die in die historische Zeit, in das engere Gebiet sicherer Traditionen fallen, enthalten die Küsten des Mittelmeeres noch manchfaltige Reste älterer Feuerwirkungen. Das südliche Frankreich zeigt uns in Auvergne ein eigenes geschlossenes System an einander gereihter Vulcane, Trachytglocken, abwechselnd mit Auswurfskegeln, aus denen Lavaströme sich bandförmig ergießen. Die lombardische, seegleiche Ebene, welche den innersten Busen des adriatischen Meeres bildet, umschließt den Trachyt der euganäischen Hügel, wo Dome von körnigem Trachyt, von Obsidian und Perlstein sich erheben, drei aus einander sich entwickelnde Massen, die den feuersteinhaltigen Jurakalk durchbrechen, aber nie in schmalen Strömen geflossen sind."

Die gegenwärtig häufigste Form der Vulcane ist die von isolirten Ke-

1) Nahe der Azoreninsel St. Michael ist schon dreimal (1628, 1721 und 1811) eine Insel aus dem Meere hervorgekommen und wieder verschwunden. Mehrere andere derartige Erhebungen bespricht Humboldt in Rel. hist. I. 171.

2) Am 28. Sept. 1538 entstanden und noch bestehend.

3) Entstanden am Geburtstage des Monte nuovo 1759.

gelbergen, wie Aetna und Veſuv; aber neben ihnen kommen auch ſolche Feuerſchlünde vor, die auf ausgedehnten Gebirgsrücken ſind. So der Pichincha bei Quito, deſſen genauere Kenntniß wir Humboldt verdanken. Manche Vulcane ſtehen geſellſchaftlich bei einander, entweder in Gruppen, wie die Azoren und canariſchen Inſeln, oder in einfachen oder doppelten Ketten zuſammengereiht, bald den Gebirgszügen parallel, wie in Guatimala, Peru und Java, bald quer darauf, wie in Mexico.

„Dieſes Zuſammendrängen der Vulcane," ſagt Humboldt[1], „bald in einzelne rundliche Gruppen, bald in doppelte Züge, liefert den entſcheidendſten Beweis, daß die vulcaniſchen Wirkungen nicht von kleinlichen, der Oberfläche nahen Urſachen abhangen, ſondern große, tief begründete Erſcheinungen ſind. Der ganze öſtliche, an Metallen arme Theil des amerikaniſchen Feſtlands iſt in ſeinem gegenwärtigen Zuſtande ohne Feuerſchlünde, ohne Trachytmaſſen, wahrſcheinlich ſelbſt ohne Baſalte. Alle Vulcane ſind in dem Aſien gegenüber liegenden Theile vereinigt in der meridianartig ausgedehnten, 1600 g. Meilen langen Andeskette. Auch iſt das ganze Hochland von Quito ein einziger vulcaniſcher Herd, deſſen Gipfel Pichincha, Cotopaxi und Tonguragua bilden. Das unterirdiſche Feuer bricht bald aus der einen, bald aus der andern dieſer Oeffnungen aus, die man als abgeſonderte Vulcane zu betrachten ſich gewöhnt hat. Die fortſchreitende Bewegung des Feuers iſt hier ſeit 3 Jahrhunderten von Norden gegen Süden gerichtet. Selbſt die Erdbeben, welche ſo furchtbar verheerend dieſen Welttheil heimſuchen, liefern merkwürdige Beweiſe von der Exiſtenz unterirdiſcher Verbindungen, nicht bloß zwiſchen vulcanloſen Ländern, was längſt bekannt iſt, ſondern auch zwiſchen Feuerſchlünden, die weit von einander entfernt ſind. So ſtieß der Vulcan von Paſto, öſtlich vom Fluſſe Guaytara, 3 Monate lang im Jahre 1797 ununterbrochen eine hohe Rauchſäule aus. Dieſe Säule verſchwand in demſelben Augenblicke, als 60 Meilen davon das große Erdbeben von Riobamba und der Schlammausbruch der Moya 30—40000 Indianer tödteten. Die plötzliche Erſcheinung der azoriſchen Inſel Sabrina am 30. Jan. 1811 war der Vorbote der fürchterlichen Erdſtöße, welche weiter weſtlich vom Monat Mai 1811 bis zum Junius 1813 faſt unaufhörlich erſt die Antillen, dann die Ebenen des Ohio und Miſſiſſippi, und zuletzt die gegenüberſtehenden Küſten von Venezuela erſchütterten. Dreißig Tage nach der gänzlichen Zerſtörung der Stadt Caracas erfolgte der Ausbruch des Vulcans von St. Vincent in den nahen Antillen. In demſelben Augen-

1) A. a. O. 142.

blick, als dieſe Exploſion erfolgte, am 30. April 1811, wurde ein Schrecken erregendes, unterirdiſches Getöſe in allen Theilen einer Landſtrecke von 2200 g. Quadratmeilen vernommen. Die Anwohner des Apure beim Einfluſſe des Rio Nula verglichen dieſes Getöſe ebenſo, als die fernſten Küſtenbewohner, mit der Wirkung ſchweren Geſchützes. Von dem Einfluſſe des Rio Nula in den Apure, durch welchen ich in den Orinoco gekommen bin, bis zum Vulcan von St. Vincent, zählt man in gerader Richtung 157 g. Meilen. Dieſes Getöſe, welches ſich gewiß nicht durch die Luft fortpflanzte, muß eine tiefe unterirdiſche Urſache gehabt haben. Es war wenig ſtärker an den Küſten des antilliſchen Meeres, dem ausbrechenden Vulcane näher, als in dem Innern des Landes."

Außer den permanenten Communicationswegen zwiſchen dem Innern und dem Aeußern der Erde gibt es auch ſolche, die nur zeitweilig, nur ein einziges Mal den von unten kommenden Stoffen den Durchgang geſtatten, um ſich darauf vielleicht für immer zu ſchließen. So der Antiſana in den Andes, der Epomeo auf Iſchia; aber hier muß nicht ein Berg da ſein, es kann dieſes auch in der Ebene geſchehen, wie dieſes in Island, Quito und bei Euböa vorgekommen iſt. Auf dieſe Weiſe können verſchiedenartige Geſteine als zuerſt nahe flüſſige Maſſen in die Höhe getrieben werden, und ſo erklärt ſich namentlich die Form unſerer Baſaltberge, von der bereits oben (S. 18) die Rede war.

Zur Erklärung der Urſache des vulcaniſchen Feuers ſpielte am Beginne dieſes Jahrhunderts die Hypotheſe des Engländers Davy eine große Rolle. Dieſer Gelehrte hatte nämlich im Jahre 1807 die Entdeckung gemacht, daß das Kali, welches mit Kohlenſäure verbunden, den Hauptbeſtandtheil der Pottaſche ausmacht, aus Sauerſtoff und einem metallähnlichen Körper, dem Kalium, beſteht. Das Kalium zeichnet ſich durch große Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe aus, und brennt ſo leicht, daß es, in Waſſer geworfen, ſich alsbald entzündet. Aehnliche Stoffe ſind die Grundlagen der übrigen Alkalien, ſowie der Erden. Davy[1] nahm nun an, daß die Erde in ihrem Innern große Maſſen dieſer Subſtanzen enthalte, welche, wenn ſie mit Sauerſtoff oder einer ſauerſtoffhaltigen Verbindung zuſammenkommen, ſich entzünden und dann die vulcaniſchen Exploſionen verurſachen. Dieſe Hypotheſe iſt jetzt verlaſſen; ſie war eine Ueberſchätzung der übrigens dennoch äußerſt wichtigen Entdeckung der Metalloïde. Das geringe ſpecifiſche Gewicht dieſer Körper paßt nicht zu der aus andern Beobachtungen bekannten Dichtigkeit der

1) On the phenomena of volcanoes Phil Trans. 1828.

Erde, und dann frägt es sich auch, woher denn diese Stoffe, welche allerdings die Grundlage der Laven bilden, den Sauerstoff nehmen, da sie nie unverbrannt, d. h. nie frei von diesem aus den Vulcanen hervorkommen. Man kann allerdings sich hier auf das Wasser berufen, welches mit der Lava stets hervorkommt, kann sagen, dieses sei zum Theil zersetzt worden; allein wenn der Sauerstoff des Wassers an die Metalloxyde geht, wo bleibt dann der Wasserstoff? Man findet dieses Gas nicht in den luftförmigen Producten der Vulcane, unter denen es die Hauptrolle spielen müßte, wenigstens nicht in der Quantität, die zu erwarten stünde. Wollte man eindringende atmosphärische Luft als Sauerstoffquelle ansehen, so entstünde die Frage, wo der dem Sauerstoff entsprechende Stickstoff seine Verwendung finde. Es läßt sich nicht genau feststellen, ob Humboldt, als er die Abhandlung über den Bau der Vulcane veröffentlichte, Anhänger dieser Theorie war oder nicht. Er erwähnt sie, ohne ihr direct beizustimmen, noch ihr zu widersprechen. Er legt jedoch großes Gewicht darauf, daß im Innern der Erde große Hitze sei und daß Dämpfe vorzugsweise thätig sind, die vulcanischen Erscheinungen hervorzubringen. Uebrigens hat Davy in seinem letzten Werke Consolation in travel and last days of a Philosopher seiner Hypothese selbst entsagt.[1]

Der Nachweis von der großen Verbreitung der Vulcane über die Erde und der ungeheuren Fläche, über welche die im nachweisbaren Zusammenhange stehenden Feuerberge und Erdbeben sich ausdehnen, hat bei der Wichtigkeit des Gegenstandes für die Geologie Humboldt zu einer der Stützen der vulcanistischen oder plutonistischen Schule gemacht, und es dürfte aus dem Vorstehenden der von mir oben (S. 21) gemachte Ausspruch über das Verhältniß Humboldt's zum Vulcanismus gerechtfertigt erscheinen. Es ist jetzt allgemein angenommen, daß eine großartige unterirdische Communication zwischen den Vulcanen besteht und die Feuerberge gelten gewissermaaßen als die Sicherheitsventile, welche die Länder vor Erdbeben schützen, da die eingesperrten Dämpfe in ihnen einen Abzugscanal finden. Nichtsdestoweniger ist auch jetzt noch manches Dunkel aufzuhellen und man darf trotz aller Communication nicht glauben, daß die Vulcane nur als Röhren zu betrachten seien, die alle in dasselbe Bassin geschmolzener Massen hinabtauchen. Wäre dieses der Fall, so könnte nicht wohl ein Vulcan toben, während ein anderer in seiner Nähe ruhig ist, und wenn z. B. in dem 10200 Fuß hohen Aetna die Lava bei einem Ausbruche nur 4—5000 Fuß in die Höhe getrieben

1) Humboldt, Kosmos I. 247. Hier sind auch die obenstehenden Bedenken angeführt.

würde, so müßte sie nach dem hydrostatischen Gesetze der communicirenden Röhren lange vorher in dem Vesuv und Stromboli überlaufen.

Der Magnetismus.

Zu den räthselhaftesten Wirkungen, denen der Forschungstrieb der Menschen begegnet, gehört unstreitig der Magnetismus. Dieser ist unter den verschiedenen Naturkräften, die wir jetzt bei dem unvollkommenen Zustande unsrer Kenntnisse noch als von einander getrennt anzunehmen gezwungen sind, so daß wir Chemismus, Elektricität u. s. w. unterscheiden, die aber vielleicht in der Zukunft als die Aeußerungen einer einzigen allgemeinen Kraft erkannt werden mögen, diejenige, welche den Sinnen am wenigsten bemerklich wird, und darum sind auch Jahrhunderte hingegangen, bis man seine Thätigkeit kennen lernte, denn nur im Nordlichte findet eine mehr in die Sinne fallende Wirkung statt. Nichtsdestoweniger ist der Magnetismus so allgemein verbreitet, als irgend eine andere Kraft, denn man hat bisher keinen Ort der Erde angetroffen, an dem man nicht magnetische Einwirkungen gefunden hätte, ja man hat sogar in neuerer Zeit Versuche gemacht, auch die Sonne und die übrigen Gestirne in das Gebiet der magnetischen Wirkungen zu ziehen.

Einzelne magnetische Wirkungen kennt man schon seit langer Zeit, denn bereits Plato, Aristoteles und Plinius erwähnen die Eigenschaft des natürlichen Magneten (eines Eisenerzes, das im Alterthume besonders in der Nähe von Magnesia gefunden worden sein soll, woher auch der Name stammt) und Lucrez spricht auch von der Zurückstoßung des Magneten, was voraussetzt, daß man damals schon erkannt habe, daß der Magnet zwei ungleichartige Pole besitze und daß gleichnamige Pole sich abstoßen, während ungleichnamige sich anziehen. Man hat in neuerer Zeit gefunden, daß es außer den eigentlichen Eisenerzen noch andere Gesteine gibt, in denen kleinere Theilchen Magneteisen enthalten sind und die eine solche magnetische Anziehung und Abstoßung zeigen. Humboldt[1] fand 1796 im Fichtelgebirge eine Serpentinsteinkuppe, den Haidberg, welche diese Eigenschaft ganz auffallend zeigte. Erst viele Jahrhunderte nach Lu-

---

1) Gren, Neu. Journ. IV. 1797. S. 136. Intelligenzblatt der allg. Jenaer Litteratur-Zeitung 1796 No. 169, 1797 No. 38. Annales de Chimie XXII. 47.

crez folgte die Entdeckung, daß die auf einer verticalen Spitze ruhende und in horizontaler Richtung frei bewegliche Magnetnadel sich (ungefähr) in der Südnordrichtung einstelle. Die Kunde davon scheint in Europa aus dem 11. oder 12. Jahrhundert zu datiren. Hansteen[1] theilt folgende Notiz mit: „Doch erzählt Are Frode, Verfasser des Landnamabok von Island, daß Floke Vilgerdarson, der dritte Entdecker dieser Insel, ein berühmter Viking oder Seeräuber, etwa im Jahre 868 von Rogaland in Norwegen ausging, um Gardarsholm (Island) zu suchen. Er nahm 3 Raben mit sich, die zu Wegweisern dienen sollten, und um sie zu diesem Gebrauche einzuweihen, veranstaltete er im Smörsund, wo das Schiff segelfertig lag, ein großes Opfer, denn damals hatten die Seefahrer keinen Leidstein in den nördlichen Ländern. Leid bedeutet Weltgegend, also Leidarstein, ein wegweisender Stein. Are Frode ist nach dem Zeugnisse Snorro Sturleson's 1068 geboren, folglich ist sein Buch vermuthlich am Schlusse des 11. Jahrhunderts geschrieben. Damals ist also schon die Polarität des Magnetes in Norwegen bekannt gewesen. Es läßt sich jedoch aus dem Ausdrucke abnehmen, als hätten sie noch nicht den Compaß gekannt, sondern den natürlichen Magneteisenstein an einem Faden aufgehängt."

Humboldt[2] glaubt, daß diese Nachricht in Zweifel zu ziehen sei, und führt an, daß von Guiot de Provins (1190) und Jaques de Vitry (1215—1240), Bischof von Ptolemais, der Magnetnadel zuerst erwähnt, aber von ihr als von einem bei Seefahrern allgemein gebräuchlichen Instrumente gesprochen werde. Er ist der Ansicht, daß sie von den Arabern eingeführt wurde.

Viel älter ist die Magnetnadel bei den Chinesen. Nach dem dortigen Geschichtschreiber Schumatsian[3] schenkte der Kaiser Tschingwang im Jahre 1100 vor dem Anfange unserer Zeitrechnung den Gesandten von Tonkin und Cochinchina, welche befürchteten, den Rückweg zu verfehlen, fünf magnetische Wagen (tschinankiu), welche nach Süden wiesen, mittelst des beweglichen Armes einer kleinen Figur, die mit einem Federkleide bedeckt war, unter dem also das nördliche Ende, nach dem wir uns zu richten gewohnt sind, sich befand.

---

1) Untersuchungen über den Magnetismus der Erde. Uebers. v. Hanson 3.

2) Unters. über die hist. Entwicklung der geogr. Kenntnisse v. d. Neuen Welt. Uebers. von Ideler, II. 25.

3) Humboldt a. a. O. II. 24.

Die Chineſen bemerkten auch, daß die Magnetnadel nicht genau nach Nord oder Süd zeige, ſondern nur in die Gegend der Erdpole, d. h. ſie fanden die Declination, oder wie man ſie früher nannte, die Variation der Magnetnadel. So ſagt Humboldt[1]: „Kenſungtſchi, Verfaſſer einer mediciniſchen Naturgeſchichte, unter dem Titel: Penthſaoyan, deren Abfaſſung unter die Dynaſtie der Sung zwiſchen die Jahre 1111 u. 1117 unſerer Zeitrechnung fällt, äußert ſich folgendermaßen über die Kräfte des Magnets oder Steins, welcher das Eiſen zieht: Wenn man eine Spitze von Eiſen mit dem Magnet reibt, ſo erlangt ſie die Eigenſchaft, nach Süden zu weiſen; jedoch weicht ſie ſtets nach Oſten ab und hat nicht die genaue Richtung nach Süden. Deßhalb zeigt, wenn man einen baumwollenen Faden nimmt und ihn durch ein wenig Wachs in der Mitte des Eiſens befeſtigt, die Nadel an einem Orte, wo ſie dem Winde nicht ausgeſetzt iſt, beſtändig gen Süden. Steckt man die Nadel in eine Gabel (die chineſiſchen Gabeln ſind kleine Halme ſehr dünnen Rohrs) und legt dieſe Vorrichtung auf die Oberfläche des Waſſers, ſo zeigt die Nadel gleichfalls nach Süden, aber ſtets mit einer Abweichung nach dem Punkte Ping, d. h. 5/6 Süd.“ Es muß demnach damals in China das Nordende der Nadel nordweſtlich abgelenkt geweſen ſein.

Am Ende des 15. Jahrhunderts war in Europa die Abweichung nach Humboldt[2] ziemlich bedeutend nordöſtlich, und er zweifelt nicht, daß dieſes recht wohl bekannt war. Columbus entdeckte aber hiezu auf ſeiner erſten Reiſe nach Amerika am 13. Sept. 1492, daß die Declination veränderlich ſei, und an verſchiedenen Punkten der Erde verſchiedene Werthe habe. Er beobachtete nämlich (ungefähr im 28° n. Breite und 31° w. Länge von Paris), daß die Magnetnadeln, deren Richtung bis dahin nordöſtlich geweſen war, nach Nordweſten abwichen, und daß dieſe Abweichung nach Nordweſten am folgenden Morgen noch zunahm. Er mußte alſo einen Punkt paſſirt haben, wo die Nadel genau nach Norden zeigte. Spätere Beobachtungen haben gelehrt, daß eine ſolches Verſchwinden der Declination nicht bloß in der Breite, in welcher Columbus den atlantiſchen Ocean befuhr, ſtattfindet, denn die Erde theilt ſich gegenwärtig in zwei Theile, von denen der eine öſtliche, der andere weſtliche Abweichung hat. Beide Theile ſind von einander durch eine rings um die Erde gehende, jedoch unregelmäßig gekrümmte Linie getrennt, in der keine Abweichung ſtattfindet, und Columbus

1) A. a. O. II. 23. nach Klaproth, Lettre à M. Alexandre de Humboldt sur l'invention de la boussole. p. 68.

2) A. a. O. II. 23.

fand dieſe, als er ſie im Ocean kreuzte. Die Declination iſt jedoch nicht ſtets dieſelbe; ſie erleidet ſeculare Aenderungen. Die Nadel hat in Europa zur Zeit der Entdeckung von Amerika öſtlich gezeigt; am Schluſſe des 16. Jahrhunderts verminderte ſich dieſe Abweichung und in der Mitte des 17. Säculums ſtand ſie im Meridian, ging dann nach Weſten über und iſt jetzt auf der Rückkehr begriffen. In Paris war die Declination:

1580 11°30′ öſtlich 1814 22°34′ weſtl.
1666 0° 0′ = 1852 22°20′ weſtl.

Die Linie von 0° Abweichung ſcheint ſich von Oſt gegen Weſt zu bewegen, ſie ändert ſich aber dabei wie die Wolken auf ihrem Zuge. Ihre Richtung iſt mehr der der Meridiane als der der Breitekreiſe parallel.

Hätte ſie überall genau die Richtung des Meridians, ſo würde ſie die Erde in eine öſtliche und eine weſtliche Hemiſphäre theilen, ſie würde jeden Breitekreis an zwei ſich diametral entgegengeſetzten Punkten ſchneiden, wie dieſes auch zwei um 180 Grade von einander entfernte Meridiane thun. Würde man nun auf einem Breitekreiſe, etwa auf dem Aequator ſelbſt, von Oſt nach Weſt, oder umgekehrt weiter gehen, ſo wäre in dem einen Durchſchnittspunkte die Abweichung Null, ſie würde aber bei der Entfernung von dem Punkte wachſen. Hätte man 90 Grade durchlaufen, ſo hätte man das Maximum der Abweichung, denn bei dem Fortſchreiten würde man ſich dem andern Durchſchnittspunkte nähern, bei dem die Abweichung wieder verſchwindet. Bliebe der Beobachter an Ort und Stelle, wären aber die magnetiſchen Meridiane beweglich, ſo würde dieſelbe Reihenfolge von Erſcheinungen eintreten müſſen.

In der Natur ſehen wir analoge Vorgänge, aber wegen der Unregelmäßigkeit der Linie von 0° Abweichung nicht genau dieſelben. Im 17. Jahrhundert iſt die Linie über uns weggegangen und ſeitdem hat ſich die Abweichung vergrößert; aber jetzt nähert ſich uns die ſchon an der Oſtgränze von Europa ſtehende Fortſetzung unſerer Nullinie und kommt dieſe dereinſt zu uns, ſo verſchwindet die Abweichung, um dann in die entgegengeſetzte überzugehen. Wegen der Veränderlichkeit der Geſtalt der Linie ohne Abweichung war der durch Neuholland, Aſien und Oſteuropa gehende Theil der Curve früher[1] ſtärker gekrümmt und ſeitdem hat ſich ein Bogen abgeſchnürt und bildet jetzt eine eigene in ſich zurücklaufende Curve, die in Oſtchina und dem angränzenden Meere ein kleines Gebiet mit weſtlicher Declination einſchließt, das ein Enclave des großen mit Oſtdeclination bildet.

1) Neu. Gehler Karten zum Artikel Magnetismus.

Wie man durch die oben erwähnte Gränzlinie die Gebiete östlicher und westlicher Declination scheidet, indem man die Punkte gleicher Abweichung (hier 0°) mit einander verbindet, so kann man auch die Punkte, die eine gewisse östliche oder westliche Declination besitzen, zu Isogonen vereinen, welche auf den ersten Blick die jeweilige Vertheilung der Abweichungen über die Erde zu erkennen geben. Die erste Isogonenkarte wurde als Frucht zweier Reisen in dem atlantischen Oceane von Halley (1701) entworfen und diesen Isogonenkarten analog sind, wie bereits oben S. 152 bemerkt wurde, die von Humboldt eingeführten Isothermen, sowie auch die übrigen magnetischen Karten und in neuer Zeit eine ganze Menge anderer mit den Buchstaben Iso beginnender Tafeln nachgebildet. Hansteen[1] hat Declinationskarten für verschiedene Jahre von 1600—1800 entworfen, Sabine eine für 1840; außerdem sind wir im Besitze einer größeren Anzahl von Specialkarten einzelner Länder, z. B. Deutschlands von Lamont u. s. w.

Neben der secularen Aenderung der Abweichung kennt man noch eine tägliche. Eine sehr leicht bewegliche, etwa an einem Cocon faden hängende Nadel ist in fortwährender Bewegung. Sie geht bald nach Ost, bald nach West, aber der mittlere Stand des dem nächsten Erdpole zugekehrten Endes ist im Allgemeinen in den Mittagsstunden mehr westlich als am Morgen, und diese tägliche Bewegung, die nach Humboldt[2] der Missionär Guy Tachard in Luovo in Siam wahrscheinlich zuerst bemerkt, Graham 1722 näherbestimmt hat, ist im Sommer größer als im Winter. Manchmal (in den Störungen) kommen außergewöhnliche Bewegungen vor, die über die größten Breitendifferenzen hin fühlbar sind.

Um die Zeit von 1530—1540 entdeckte der Vicar G. Hartmann[3] an der St. Sebalduskirche in Nürnberg eine zweite Besonderheit der Magnetnadel: er fand, daß eine genau im Schwerpunkte aufgehängte Stahlnadel nach dem Magnetisiren nicht mehr horizontal stand, sondern mit dem Nordende abwärts zeigte. Diese Neigung oder Inclination wurde durch Normann (1576), dem man gewöhnlich die Entdeckung derselben zuschreibt, genauer untersucht und gemessen, wobei er sich einer Nadel bediente, die nicht auf einer verticalen Spitze, sondern um eine horizontale Axe drehbar war. Im nördlichen Amerika (nach den Untersuchungen von James Roß in

1) Untersuchungen über den Magnetismus der Erde.

2) Kosmos IV. 120.

3) Die erste Nachricht findet sich in einem in Dove's Repertorium der Physik II. 129 abgedruckten Briefe Hartmann's vom 4. März 1544.

70° 5′ Br. und 99° 5′ w. L. von Paris) ſteht die Inclinationsnadel ſenkrecht, das Nordende abwärts gekehrt. Je mehr man ſich von dieſem Punkte entfernt, um ſo geringer wird die Neigung der Nadel, die in der Gegend des Aequators horizontal ſteht, und jenſeits neigt ſich das Südende immer mehr und mehr, bis endlich im ſüdlichen Eismeere (nach Roß in 75° 5′ Br. und 151° 48′ öſtl. L. von Paris) die verticale Stellung wieder erreicht wird. Rund um die Erde herum kann man die Punkte mit einander verbinden, in denen die Inclination Null iſt, und man erhält ſo eine Curve, welche den Namen des magnetiſchen Aequators führt. Durch Verbindung der Punkte gleicher Neigung erhält man die Iſoclinen, die eine Analogie mit den aſtronomiſchen Breitekreiſen, welche man auf dem Erdglobus hat, bieten, weßhalb man oft ſtatt zu ſagen, dieſer oder jener Ort liege in dieſer oder jener Iſocline, auch angibt, er ſei in der oder der magnetiſchen Breite. Die Iſogonen dagegen ſind zunächſt den Meridiankreiſen analog; doch unterſcheiden ſich die Iſoclinen und Iſogonen von den Parallel- und Meridiankreiſen entſchieden dadurch, daß ſie unregelmäßige Curven, letztere regelmäßige ſind. Die erſte Neigungskarte hat Wilke für das Jahr 1700 in Sv. Vetensk. Akad. Handl. vom Jahre 1768 bekannt gemacht; ihm folgte Hanſteen. Die neueſte Karte hat meines Wiſſens Sabine für das Jahr 1840 entworfen. Auch die Inclination hat ihre ſecularen und periodiſchen Aenderungen ſowie auch ihre Störungen, wie ſie die Abweichung beſitzt.

Hat man eine frei bewegliche Magnetnadel und nähert man ihr einen Magnetſtab, ſo wird ſich deſſen Wirkung auf erſtere alsbald in deren Bewegung zeigen. Die vorher ruhige Nadel wird einen größern oder kleinern Bogen beſchreiben; aber allmählig werden die durchlaufenen Bogen kleiner und endlich bleibt ſie ganz ſtehen. Ihre nunmehrige Stellung wird eine beſtimmte ſein, in die ſie nach einer Zahl von Oscillationen jedesmal wieder zurückkommt, ſo oft man ſie aus der Ruhelage bringt. Dieſe Ruhelage iſt in einer entſchiedenen Abhängigkeit von der Lage des Stabes, unter deſſen Einfluſſe die Nadel ſteht. Legt man den Stab links, ſo wird auf der Seite, auf welcher ein Nadelpol und ein Stabpol einander am nächſten ſind, die Nadel nach links zeigen, iſt der Stab oben, ſo zeigt auch die Nadel nach oben u. ſ. w. Führt man eine Nadel über die Oberfläche der Erde hin, ſo zeigt ſie in den Stellungen, welche ſie an den verſchiedenen Punkten einnimmt, eine ſo genaue Analogie mit den Stellungen, die man an ihr beobachtet, wenn ſie unter dem Einfluſſe des Stabes ſteht, daß man ſchon ſeit Jahrhunderten ſich gewöhnt hat, die Erde als einen großen Magneten zu betrachten, und wie man von den magnetiſchen Eigenſchaften eines Stahlſtabes ſpricht, ſo wird

in gleicher Weiſe vom Erdmagnetismus geſprochen. Wie man am Stabe Pole hat, Stellen, an denen ſich der Magnetismus am ſtärkſten äußert, gerade ſo geſchieht dieſes auf der Erde; man ſpricht von den magnetiſchen Polen der Erde, dieſe ſind jedoch nicht in den aſtronomiſchen Polen, ſondern von ihnen verſchieden, wenn auch ſtets in hohen Breiten. Die Neigung erklärt ſich daraus, daß, weil auf der nördlichen Halbkugel dem Nordende der Nadel auch der Nordpol der Erde am nächſten liegt, die zwei Pole ſich einander mehr zu nähern ſuchen, als der Südpol der Erde und das Südende der Nadel, die, weil weiter von einander entfernt, ſchwächer wirken. Auf der ſüdlichen Halbkugel tritt der entgegengeſetzte Fall ein.

Außer den Erſcheinungen der Declination und der Inclination, die man an einer kleinen Magnetnadel mit Hülfe eines Stabes hervorrufen kann, ſieht man bei dieſen Verſuchen noch eine weitere Erſcheinung. Coulomb[1] hat gezeigt, daß die Zeit, welche eine und dieſelbe Nadel braucht, um eine Schwingung zu machen, nicht ſtets dieſelbe ſei, je nachdem eine magnetiſche Wirkung auf ſie ausgeübt wird. Nimmt man einen ſtärkeren Stab, ſo oscillirt die Nadel ſchneller, als bei dem ſchwächeren, macht alſo die einzelne Schwingung in einem kürzeren Zeitraum, und die Quadrate der Schwingungszahlen bei gleicher Zeit verhalten ſich wie die wirkenden Kräfte. Macht mithin die Nadel nahe einem Magnetſtabe in 10 Minuten 100 Schwingungen, nahe einem andern unter ſonſt gleichen Verhältniſſen 200, ſo verhalten ſich die Kräfte der beiden Stäbe wie 100.100 zu 200.200 oder wie 1 zu 4. Führt man eine Nadel über einen Magnetſtab hin, ſo zeigt ſich, daß deſſen Wirkung in ſeiner Mitte kleiner iſt, als wenn man den Verſuch in der Nähe eines der Pole wiederholt. Es lag nun ſehr nahe, auch den Erdmagnetismus in Beziehung auf ſeine Stärke an verſchiedenen Orten zu unterſuchen, und man hatte dazu eine Neigungsnadel in dem magnetiſchen Meridian, d. h. derjenigen Verticalebene, in welcher die Declinationsnadel zur Ruhe kommt, ſchwingen zu laſſen, und die Schwingungen zu zählen. Mallet[2], welcher 1769 nach Ponoi im ruſſiſchen Lapland geſandt worden war, um den Durchgang der Venus zu beobachten, ließ eine Nadel ſchwingen und fand, daß dieſelbe zu 4 Schwingungen genau dieſelbe Zeit brauchte, wie in Petersburg. Die Zahl der Schwingungen war aber zu gering, als daß ſich ein Unterſchied hätte ergeben können. Nun gab die franzöſiſche Akademie den Gelehrten, welche La Pérouſe auf ſeiner Entdeckungsreiſe (1785 —

1) Gren, Neues Journal der Phyſik, II. 299.
2) Nov. Comment. Petrop. XIV. 2. 1769 p. 33.

1788) begleiteten, den Auftrag, Beobachtungen über die Schwingungszeit der Magnetnadel in verſchiedenen Breiten zu machen. Der Aſtronom Lamanon, der bei der Expedition war, berichtete in einem von der Inſel St. Catharina datirten Briefe, daß er ſolche Beobachtungen gemacht habe [1]. Aber Lamanon wurde (10. Dec. 1787) auf Mouna, einer der Schifferinſeln, von den Eingebornen erſchlagen; ſeine Schriften blieben zum Theile bei der Expedition und gingen mit dieſer verloren, denn La Pérouſe's letzter Brief datirt aus Botanybay (7. Febr. 1788), dann verſchwanden ſeine beiden Schiffe ſpurlos im Archipel der niedrigen Inſeln. Erſt 1827 ermittelten die Engländer die Inſel Malicolo als Ort des Schiffbruchs.

Von der größten Bedeutung für die Lehre vom Erdmagnetismus waren die Arbeiten Humboldt's. Sie waren es ſchon im Anfange dieſes Jahrhunderts, alſo in unſerer Periode ſeines Lebens; ſie gewannen aber noch an Wichtigkeit in unſerm letzten Abſchnitte, da er auch ſeinen perſönlichen Einfluß zur Unterſtützung der Lehre vom Magnetismus zu Hülfe nahm. Ueberhaupt ſcheint dieſer Gegenſtand in der letzten Zeit ſeines Lebens ſein beſonderes Schooßkind geweſen zu ſein.

Zunächſt bereicherte er die Wiſſenſchaft mit einer großen Anzahl von Beobachtungen, wobei er beſonders auf die am wenigſten vervollkommneten Zweige der Inclination und der Intenſität Rückſicht nahm. Die Beobachtung der Declination genießt nämlich den großen Vortheil, daß man die Mittel hat, ſie ſehr genau anzuſtellen, wenn man die Nadel, welche ſich in der Horizontalebene bewegt, an einem Coconfaden aufhängt. Hier iſt der durch Hinderniſſe der Bewegung hervorgebrachte Widerſtand ein Minimum, und darum ſind auch die Declinationsbeobachtungen am genaueſten und leichteſten zu bewerkſtelligen. Will man aber die Neigung oder die Intenſität beobachten, ſo muß man die Nadel in der Verticalebene um eine horizontale Axe ſchwingen laſſen, die auf beiden Seiten der Nadel auf Widerlagern ruht und bei der Bewegung ſich an ihnen reibt, wodurch, wenn das Inſtrument nicht mit größter Sorgfalt gearbeitet iſt, bedeutende Fehler entſtehen können. Niemals aber kann man die Vollkommenheit erreichen, welche die hängende Declinationsnadel beſitzt. In neuerer Zeit hat man zwar gelernt, durch Zuhülfenahme von verticalſtehenden Eiſenſtäben, die beiden genannten Elemente mit Hülfe der horizontalſchwingenden Nadel allein zu erhalten, wie

---

1) Humboldt ſagt hierüber (Kosmos I. 433): „Man weiß beſtimmt, daß ſie ſchon im Julius 1787 in den Händen Condorcet's waren; ſie ſind aber trotz aller Bemühungen bis jetzt nicht wieder aufgefunden worden.

dieſes z. B. bei Lamont's Reiſetheodolithen geſchieht, aber nichtsdeſtoweniger iſt die Beſtimmung immer umſtändlicher und unſicherer.

Die erſten Beobachtungen Humboldt's finden ſich bereits in den Annalen der Phyſik von Gilbert 1801 aus einem von Caracas datirten Briefe an Lalande abgedruckt und in Hanſteen's Unterſuchungen über den Magnetismus der Erde (S. 67) republicirt; außerdem ſind die Mittheilungen zerſtreut in der Relation historique, Poggendorff's Annalen u. ſ. w. Humboldt hat jedoch das Zuſammenſuchen aller dieſer Notizen dadurch überflüſſig gemacht, daß er in einer Beilage zu dem dritten Bande der Relation historique alle Beobachtungen über magnetiſche Inclination und Intenſität vereinigte, welche er von 1798—1829 in Amerika, Europa und Aſien gemacht hatte. Außer dieſen Beobachtungen verdanken wir Humboldt noch zwei Abhandlungen, von denen er die eine mit Biot, die andere mit Gay-Luſſac bearbeitete. Die erſtere der beiden führt den Titel: Sur les variations du magnétisme terrestre à différentes latitudes (Journal de physique LIX. 1804), die andere: Observations sur l'intensité et l'inclinaison des forces magnétiques etc. (Mémoires de la société d'Arcueil I. 1806). Der erſten Arbeit dienen größtentheils die amerikaniſchen Beobachtungen, der andern ſpäter auf einer Reiſe nach Italien (1805 und 1806) angeſtellte als Baſis.

Vor Humboldt's Reiſe nach Amerika war die Kenntniß von der Inclination in den Tropen noch ſo weit zurück, daß man glaubte, der magnetiſche Aequator falle mit dem aſtronomiſchen zuſammen. In der aus ſeinen Briefen entnommenen geognoſtiſchen Skizze von Südamerika[1] finden wir (S. 400) die Notiz: „Ich habe zu St. Carlos del Rio Negro unter 1° 35′ n. B. die magnetiſche Inclination, von der man bisher wähnte, ſie ſei unter dem Aequator 0, mit einer Borda'ſchen Bouſſole 20° 35′ gefunden.“[2] Es erhellt hieraus, daß die Neigung am aſtronomiſchen Aequator nicht 0 ſein konnte, da ſie ſonſt auf der kurzen Strecke von 1° 35′ Bogen um 20° 53′ abnehmen müßte, was unerhört wäre.

War es nun ausgemacht, daß der aſtronomiſche und der magnetiſche Aequator nicht zuſammenfallen, ſo blieb noch übrig, anzugeben, wo letzterer ſich befinde. Humboldt und Biot hatten 1805 nur zwei directe Beobachtungen, in denen die Nadel horizontalſtehend gefunden wurde. Zuerſt

1) Annalen der Phyſik von Gilbert, XVI. 1804.

2) Doch geht aus der Humboldt-Biot'ſchen Arbeit S. 439 hervor, daß Wilke und Lemonnier anderer Anſicht waren.

hatte es La Pérouse an der Küste von Brasilien in 10° 57′ s. Br. und 25° 5′ w. L. von Paris gesehen, dann Humboldt in 7° 1′ s. B. und 80° 41′ w. L. von Paris. Daraus und aus den Vermuthungen von Wilke und Lemonnier schlossen sie, daß der magnetische Aequator ein größter Kreis (derjenige Kreis, in welchem eine durch den Mittelpunkt einer Kugel gelegte Ebene die Oberfläche der Kugel schneidet) sei, der gegen den astronomischen Aequator um 10° 58′ 56″ geneigt ist, und ihn unter 120° 2′ 5′ w. L. und unter 59° 57′ 55″ östl. L. von Paris schneidet. Die Zusammenstellung der übrigen Beobachtungen zeigte ihnen, daß die Neigung der Nadel an verschiedenen Punkten der Erde sich erklären lasse, wenn man annehme, sie seien der Einwirkung eines ganz kleinen, aber nichtsdestoweniger sehr starken Magnetes ausgesetzt, der sich im Mittelpunkte der Erde befindet. Dieser kleine Magnet steht senkrecht auf der Ebene des magnetischen Aequators und seine Verlängerung schneidet die Erdoberfläche an zwei diametral gegenüberstehenden Punkten, den magnetischen Polen, die sich der eine in 79° 1′ 4″ n. Br. und 30° 2′ 5″ w. L., der andere im 79° 1′ 4″ s. Br. und 149° 57′ 55″ östl. L. von Paris befinden, die also von den neueren Bestimmungen (s. oben S. 261) ziemlich abweichen.

Nach der eben entwickelten Theorie wäre die Vertheilung der Linien gleicher Neigung über die Erde eine sehr regelmäßige, da sie sich gegen die beiden magnetischen Pole gerade so verhalten, wie die Breitenkreise zu den astronomischen Polen; doch haben die beiden Verfasser darauf aufmerksam gemacht, daß durch locale Umstände, wie eisenhaltige, magnetische Gebirgsarten veranlaßt, gelegentlich auch kleinere Anomalien vorkommen können.

Auch das Resultat der Humboldt-Gay-Lussac'schen Arbeit ist eine bei zunehmender Entfernung von dem Pole sehr regelmäßig abnehmende Neigung der Magnetnadel.

Mit der Lehre vom Magnetismus ist es in ähnlicher Weise gegangen, wie ich dieses bereits S. 143 bezüglich der Wärmelehre gezeigt habe. Solange man nur wenig Beobachtungen hatte, konnte man glauben, die Wärmevertheilung über die Erdoberfläche sei sehr regelmäßig und erst später lehrte der wachsende Reichthum an Erfahrungen das Gegentheil. So war es auch bei dem Magnetismus, nur folgten die Beobachtungen weitaus rascher. Schon Hansteen[1] war 1819 bei seinen Untersuchungen über den Magnetismus der Erde im Stande, nachweisen zu können, daß der magnetische Aequator kein größter Kreis, sondern eine mehrfach gekrümmte Curve sei, die

1) Untersuchungen über den Magnetismus der Erde. 46.

ſich in der Gegend des aſtronomiſchen Aequators um die Erde ſchlingt, und daß dieſe Unregelmäßigkeiten ſich auch bei den übrigen Iſoclinen wiederholen.[1] Hanſteen[2], der auch ſchon die ſeculare Veränderlichkeit der Neigung kannte, nahm zur Erklärung dieſes Umſtandes, alſo der Inclination wegen, 2 Magnete, alſo mit 4 Polen, in der Erde an, wie dieſes ſchon vor ihm Halley gethan hatte, um die Declinationserſcheinungen erklären zu können. Den einen der Südpole ſetzte er ſüdlich von Neuholland, den andern ſüdlich von Amerika; von den Nordpolen nahm er den einen in Nordamerika, den andern in Sibirien an. Beide Nordpole ließ er von Weſt nach Oſt, beide Südpole von Oſt nach Weſt, jedoch alle 4 mit verſchiedener Geſchwindigkeit ſich bewegen.

Die Beſtimmungen der Intenſität des Erdmagnetismus waren, wie aus dem oben Angeführten erhellt, am Anfange unſers Jahrhunderts noch weiter zurück, als die der Inclination, da man gar keine Beweiſe hatte, ob die Intenſität in verſchiedenen Breiten conſtant ſei oder nicht, denn die Lamanon'ſchen Beobachtungen, welche die angeregte Frage beantworten ſollten, waren verloren gegangen.

Die erſten Verſuche, welche über den Gegenſtand veröffentlicht wurden, ſind die oben erwähnten Humboldt'ſchen, von denen die Kunde aus ſeinen brieflichen Mittheilungen in Europa ſich verbreitete. Humboldt hat zuerſt thatſächlich nachgewieſen, daß die Intenſität des Erdmagnetismus in den verſchiedenen magnetiſchen Breiten Aenderungen unterworfen ſei, daß ſie bei der Annäherung an den Aequator abnehme, weil die Zeit, die eine und dieſelbe Nadel zur Vollendung einer Schwingung nöthig hat, mit abnehmender Entfernung von dieſer Curve wächſt. Eine und dieſelbe Nadel machte in 10 Minuten in

Paris	245	Schwingungen,
Madrid	240	=
Cumana	229	=
magnet. Aequator in Peru	211	=
Mexico	242	=

Mit Humboldt beginnt mithin für dieſe Art von Unterſuchungen eine neue Aera.

In der Abhandlung, die Humboldt mit Biot veröffentlichte, beſpre-

1) Im Kosmos I. 190 hat Humboldt den Gang dieſer Curve näher bezeichnet.

2) Unterſuchungen u. ſ. w. 78 u. ff.

chen die beiden Verfaſſer dieſe Aenderung der Intenſität, ohne jedoch den Verſuch zu machen, ſie einem Geſetze, wie dieſe Aenderung vor ſich gehe, zu unterwerfen. Auch in der Humboldt-Gay-Luſſac'ſchen Arbeit wiederholt ſich die Erſcheinung der mit zunehmender Entfernung vom Pole abnehmenden Intenſität. Dieſe Arbeit iſt es (S. 9), in welcher zuerſt diejenige Kraft, mit welcher der Magnetismus im Aequator zu Peru wirkt, als die Einheit angenommen wird, nach der längere Zeit ſpäter, ja zum großen Theile jetzt noch, alle Intenſitäten auf der Erde gemeſſen wurden. Es wurde oder wird das Verhältniß geſucht, in dem die jeweilig gefundene Intenſität zu der von Humboldt in Peru gefundenen ſteht, und nach dieſer Einheit ſind auch zum größten Theile die ſpäteren Intenſitätskarten angelegt worden.

Als von der Expedition La Pérouſe's alle Nachrichten ausblieben, ſchickte die franzöſiſche Regierung am Anfange der erſten Revolution eine Expedition unter D'Entrecaſteux aus, um La Pérouſe zu ſuchen. Auf dieſer Reiſe ſtellte De Roſſel Schwingungsbeobachtungen zu Breſt, auf Teneriffa, Amboina, Java und Vandiemensland an, die jedoch erſt im Jahre 1808 veröffentlicht wurden.[1]

Die Verſuche der Engländer, die nordweſtliche Durchfahrt aufzufinden, veranlaßten i. J. 1818 die Reiſe des Capitains Roß nach der Baffinsbai, und dabei ſtellte Capitain Sabine eine Reihe von Beobachtungen von London bis zum nördlichen Ende der Baffinsbai an. Dieſe Beobachtungsreihe konnte jedoch mit der Humboldt'ſchen nicht verglichen werden, weil erſtere die Intenſität des Magnetismus zu London als Ausgangspunkt genommen hatte, während Humboldt das Verhältniß von Paris zu Peru beſtimmte. Um nun dieſe Vergleichung möglich zu machen, reiſte der für den Magnetismus unermüdliche Hanſteen eigens im Jahre 1819 nach London und Paris und ſo konnte Peru mit der Baffinsbai verglichen werden. Hanſteen verſuchte nun, iſodynamiſche Karten zu conſtruiren, um nach Ana-

1) Man vergleiche Kosmos I. 433. Ueber die Priorität Lamanon's ſagt Humboldt (Kosmos I. 434): „Es iſt nicht gewiß, aber ſehr wahrſcheinlich, daß Condorcet den Brief Lamanon's vom Julius 1787 in einer Sitzung der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris vorgeleſen hat; und eine ſolche bloße Vorleſung halte ich für eine vollgültige Art der Publication. Die erſte Erkennung des Geſetzes gehört daher unſtreitig dem Begleiter La Pérouſe's an; aber, lange unbeachtet und vergeſſen hat, wie ich glauben darf, die Kenntniß des Geſetzes der mit der Breite veränderlichen Intenſität der magnetiſchen Erdkraft erſt in der Wiſſenſchaft Leben gewonnen durch die Veröffentlichung meiner Beobachtungen von 1798 bis 1804."

logie der isogonischen und isoclinischen auch die Vertheilung der magnetischen Kraft graphisch darstellen zu können. Dieses Vorhaben führte er auch in der That für Schweden und Norwegen aus[1], zu denen seine eigenen täglich 5 mal zu Christiania angestellten Beobachtungen und seine Reisen in Norwegen, Schweden, Dänemark und Finnland ihm sowohl die Grundlage geboten, als auch ihm die Schwankungen der Intensität während des Laufes des Jahres gelehrt hatten; allein um die Curven über den Ocean ausdehnen zu können, fehlten Beobachtungen auf dem Meere noch allzusehr. Sabine half diesem Mangel ab, denn er lieferte gelegentlich seiner Expedition (1821—1823) zur Bestimmung der Pendellänge auch eine Reihe von Intensitäten vom 12. Grade südlicher Breite bis zur nördlichen Küste von Spitzbergen, und da mittlerweile auch die in Westeuropa noch bestehenden Lücken nach und nach ausgefüllt wurden, war am Schlusse unserer Epoche bereits ein großer Theil der Erdoberfläche, namentlich aber die atlantischen Gegenden bezüglich der Vertheilung der magnetischen Kraft bekannt.

Zu dem täglich einmaligen Hin- und Hergehen der Declinationsnadel, das oben (S. 260) angedeutet wurde, hat Humboldt auf seiner Reise nach Italien (1805) noch ein zweites entdeckt, das sich jedoch in engeren Gränzen hält und kürzer dauert als das erste. Das Nordende der Nadel geht bei uns, wie man seit langer Zeit weiß, von Morgens 6 Uhr (ungefähr) bis Mittags 1 bis 2 Uhr nach Westen und geht von da an bis etwa Mitternacht ostwärts, dann aber kehrt es wieder um, lenkt aber bald wieder ein und ist um 6 Uhr Morgens wieder östlicher als es um Mitternacht war. Diese zweite Bewegung ist Humboldt's Entdeckung[2]; man hatte früher geglaubt, die Nadel gehe von Mittag an bis zum andern Morgen fortwährend ostwärts.

Die Geographie.

Wenn man aufmerksamen Blickes die Form der Curve betrachtet, in welcher die Continente und Oceane der Erde sich begränzen, so kann es unmöglich entgehen, daß die Continente gegen Süden hin in eine Spitze aus-

1) Poggend. Annalen f. 1823. No. 3.

2) Auszüge aus einem Briefe Humboldt's an Karsten (Rom, 22. Juni 1805) „über vier Bewegungen der Magnetnadel, gleichsam vier magnetische Ebben und Fluthen, analog den Barometerperioden" in Hansteen, Magnetismus der Erde S. 459.

laufen, gegen Norden dagegen mehr und mehr an Breite gewinnen. Bereits Baco von Verulam, unter Jacob I. Lordkanzler von England, hat dieſen Umſtand in ſeinem Neuen Organon unter die similitudines physicae in conſiguratione mundi gerechnet. Später hat Reinhold Forſter[1] die Geſtaltung der Continente näher unterſucht und gezeigt, daß die ſchmalen Südſpitzen alle hoch und felſig, die äußerſten Enden nordwärts fortlaufender plötzlich abbrechender Gebirgsketten ſeien und daß öſtlich von der Südſpitze eine oder mehrere Inſeln liegen, wie bei Amerika die Falklandsinſeln und Staaten-Eiland, bei Afrika Madagascar, bei Indien Ceylon, bei Neuholland Neuſeeland. Eine weitere Eigenthümlichkeit fand Forſter darin, daß im Weſten der Feſtländer eine größere oder kleinere Bucht ſei. Er war geneigt, die Veranlaſſung zu dieſer überraſchenden Gleichförmigkeit in einer gemeinſamen Urſache zu ſuchen und anzunehmen, ohne es jedoch feſt behaupten zu wollen, daß jene Aehnlichkeiten in der Geſtalt der Länder einer gewaltſamen Ueberſchwemmung von Südweſten her ihr Daſein zu verdanken haben. Die Fluth hätte alſo ein früher vorhandenes Land theilweiſe zerſchellt, die Inſeln auf der Oſtſeite der widerſtehenden Theile liegen gelaſſen oder hingeworfen, dafür aber weſtlich davon die Meerbuſen ausgehöhlt.

Das vergangene Jahrhundert war die goldene Zeit der Syſtematik und das größte Vergnügen der Gelehrten war es, die Gebilde der Natur in regelrechten Reihen und Gliedern auftreten zu laſſen. Ob dabei von Hauſe aus verwandte Gegenſtände von einander geriſſen wurden oder nicht, war ziemlich gleichgültig, wenn nur die einmal aufgeſtellte Norm dabei gewahrt blieb. Man möchte faſt glauben, es ſei dieſe Richtung ein Analogon zu dem Geſchmacke geweſen, die Bäume in den franzöſiſchen Anlagen zu Figuren zuſammen zu ſchneiden, die ſicherlich von der eigenthümlichen Geſtalt himmelweit abwichen. Wie ſich nun damals die Pflanzen gefallen laſſen mußten, nach dem künſtlichen Syſteme Linné's blos nach der Zahl und Anordnung ihrer Staubgefäße regiſtrirt zu werden, ſo konnten auch die Gebirge ihrem Schickſale, in ein Syſtem gepreßt zu werden, nicht entgehen, und dieſes um ſo weniger, als bei der geringen Bekanntſchaft mit den wirklich vorhandenen Thatſachen dieſe der Syſtematik nicht ſo viele Hinderniſſe in den Weg legten als ſie wohl jetzt thun würden.

Bei dem Beſtreben, in der Vertheilung der Gebirge eine wiſſenſchaftliche Ordnung einzuführen, kam Buache[2] zu der Anſicht, daß von einzelnen

---

1) Berghaus, Allgemeine Länder- und Völkerkunde II. 413.

2) Essai de géographie physique, où l'on propose des vues générales sur

Punkten der Erde Gebirge sich strahlenförmig vertheilen, und indem die Strahlen zweier oder mehrerer an anderen Stellen sich schneiden, dort wieder Gebirgsstöcke bilden, die natürlich mit der Zahl der sich vereinigenden Zweige an Mächtigkeit zunehmen. Betrachtet man die Gebirge als Erhöhungen des Bodens über das umgebende Land, so wird, wenn man sich dieses letztere weit unter den Spiegel des Meeres versenkt denkt, das Gebirge eine streifenartige Untiefe vorstellen und seine höchsten Gipfel werden vielleicht gesondert als Inseln bis an die Luft hervorragen.

Diesem Schlusse und der Richtigkeit seines Systemes vertrauend, vertheilte nun Buache die ganze Erdoberfläche über und unter der Meeresfläche in eine größere Anzahl von Feldern, begränzt durch die sternförmig von einzelnen Mittelpunkten ausgehenden Gebirgslinien. Diese Ketten verbanden nach seiner Ansicht Südamerika mit Guinea, Nordamerika mit dem Atlas und von Neufoundland aus mit England u. s. w. In Europa setzte er einen Hauptgebirgsknoten in die Schweiz, einen anderen in das Innere von Rußland an die Quellen des Don und der Wolga, und auch in Amerika nahm er einen Knoten im Süden, einen anderen im Norden an, deren Ausläufer sich auf der Landenge von Panama treffen sollten. Es möge, die Unrichtigkeit dieses Systems zu bezeichnen, genügen anzuführen: daß in der Gegend der Don- und Wolgaquellen gar kein Gebirge existirt und daß Buache den nordamerikanischen Gebirgsknoten gerade dahin verlegte, wo man später die canadischen Seen fand.

Buffon[1] ging bei seinen Betrachtungen über die Vertheilung der Unebenheiten auf der Erde von etwas abweichenden Grundsätzen aus. Er suchte in der Richtung derselben eine gewisse Beziehung zu den Meridianen und Parallelkreisen auf und war nicht abgeneigt, die Erde mit einem Netze von Bergketten zu überziehen, wie es die Meridiane und Breitenkreise auf unsern Karten zeigen.

Auf Humboldt konnten wenigstens für seine jüngeren Jahre diese allgemeinen Anschauungen um so weniger ohne Einfluß bleiben, als man sich damals noch nicht von der Unrichtigkeit wenigstens der beiden letzteren Theorien überzeugt hatte.

Während der amerikanischen Reise gab Humboldt seinen Freunden in Europa soweit es bei dem damaligen Verkehre möglich war, von Zeit zu

---

l'espèce de charpente du globe, composée de chaines de montagnes qui traver sent les mers comme les terres etc. Mém. de Paris 1752.

1) Berghaus, Allgemeine Länder- und Völkerkunde II. 434.

Zeit brieflich Nachrichten über seine Forschungen, welche dann zum Theil veröffentlicht wurden. Auf diese Art kam auch eine Geognostische Skizze von Südamerika in den 16. Band der Gilbert'schen Annalen (1804). Hier erwähnt der Reisende ausdrücklich und bestätigend die Theorie Forster's, erweitert sie sogar, indem er (S. 405) sagt, daß das Wasser zwischen Amerika und Afrika von Süd nach Nord strömend durch die Gebirge Brasiliens nach Guinea nordöstlich hinübergedrängt, den Meerbusen von Guinea aushöhlte, dann durch die Gebirge von Oberguinea aufgehalten und zurückgeworfen gegen die amerikanische Seite drängte und den Meerbusen von Mexico ausarbeitete, worauf es wieder nordöstlich vorwärtsgehend sich im Norden verlor.

Auch eine Annäherung an die Theorie Buffon's kommt noch vor, wenn auch Buffon nicht namentlich citirt ist. So führt Humboldt (S. 403) unter den Gebirgsketten Südamerika's die meridianartig verlaufenden Cordilleren an, von denen sich breitekreisähnlich 3 Ketten gegen Osten ziehen und so zwischen sich und südlich von der südlichsten 3 von einander ganz getrennte Flachländer haben. Die südlichste Kette ist die von Chiquitos, deren Fortsetzung Humboldt im Gebirge von Congo in Afrika sucht. Die beiden andern Ketten sind das Parimegebirge und die Küstenkette von Venezuela, deren Fortsetzungen in Afrika in die Sahara fallen. Auch Buffon und Buache hatten solche Verbindungen zwischen den beiden Welttheilen angenommen. In den späteren Schriften Humboldt's ist hievon nicht die Rede.

Ehe Humboldt und Bonpland ihre Reise nach Südamerika antraten, war die geographische Kunde dieses weiten Gebietes in einem nichts weniger als befriedigenden Zustande. Die beiden Kronen von Spanien und Portugal hatten den größten Theil des Landes an sich gerissen, während der im äußersten Süden befindliche Rest, wie auch noch heut zu Tage, den Wilden überlassen blieb. Von den beiden europäischen Mächten geschah im Ganzen wenig für die Ermittelung der geographischen Verhältnisse ihrer Kolonien, sie hüteten dieselben ängstlich vor dem Zutritte von Fremden und die portugiesische Regierung ging sogar so weit, alles das, was von ihrer Seite entdeckt wurde, mit möglichster Sorgfalt geheim zu halten, um ja jeder Concurrenz mit dem übrigen Europa vorzubeugen.

Man verdankte damals einige Kunde von dem Innern verschiedenen Expeditionen, die auf lügenhafte Berichte hin gemacht wurden, um das fabelhafte Land Eldorado, die reichen Städte der Amazonen und andere Goldländer aufzusuchen, Expeditionen die allerdings in Beziehung auf ihre

Hauptaufgabe ein negatives Resultat lieferten, von denen man jedoch nebenbei einiges von dem erfuhr, was sie wirklich gefunden hatten.

Am Anfange des vorigen Jahrhunderts[1] hatten die unaufhörlichen Seeräubereien der Flibustier an der westlichen Küste von Amerika die spanische Regierung genöthigt, im Jahre 1702 französische Kreuzer[2] zuzulassen und die französische Akademie benützte die Gelegenheit auf diesen Schiffen Männer mitzusenden, welche astronomische Beobachtungen zu machen verstanden. Unter diesen war der Pater Louis Feuillée, welcher Buenos-Ayres und Lima astronomisch bestimmte. Er war der erste Astronom, der mit einiger Genauigkeit die Lage eines Theiles der Küsten von Patagonien, Chili und Peru angegeben hat. Nach und nach bestimmte man während des vergangenen Jahrhunderts die Küsten, wozu namentlich die Expeditionen anderer Nationen, wie z. B. der Engländer (durch Cook's Reisen) beitrugen.

Im Innern des Landes geschah nur wenig. Um den Schleichhandel zwischen den spanischen und portugiesischen Kolonien unmöglich zu machen, hatte die spanische Regierung (1595) das Verbot erlassen, die Entdeckungen gegen Brasilien hin über Santa Cruz de la Sierra auszudehnen; es wurde sogar untersagt, die schon gemachten Entdeckungen fortzusetzen und ferner zu benützen, damit man dadurch einen wüsten Gürtel von 300 Meilen Breite bekäme, welcher die beiden Länder begränzte. Die Portugiesen machten sich diese Maßregel zu Nutzen, um in dem herrenlosen Gebiete vorzudringen, und dadurch gewannen sie den Gürtel. Das war es nun nicht, was die Spanier haben wollten und nach manchfachem Hader wurde 1751 eine spanische Commission aufgestellt, um die Gränzen zu berichtigen. Die Spanier brachten es den Portugiesen zum Trotze dahin, daß sie die Provinz Paraguay und deren Nachbargebiete aufnahmen, und einen Bezirk von 420 Meilen von Nord gegen Süd, sowie von 200 Meilen von Ost gegen West erforschten. Von 1735—1745 waren die französischen Akademiker la Condamine, Bouguer und Godin, denen sich die Spanier Don Jorge Juan und Don Antonio Ulloa anschlossen, damit beschäftigt, die Länge eines Grades in Peru zu messen, und dabei untersuchten sie dieses Land. Im Jahre 1754 ging eine zweite Gränzberichtigungscommission unter Don José Yturriaga,

1) Der nachfolgende Abriß der Geschichte geographischer Entdeckungen in Südamerika vor der Reise Humboldt's ist dem Discurso sobre el estado de la Geografia de la América Meridional por Don Felipe Bauzá, Madrid 1814, entnommen.

2) Damals gehörte der südliche Theil der jetzigen Vereinigten Staaten zu Frankreich.

Don Antonio Urrutia und Don José Solano den Orinoco hinauf. Ihre Aufgabe war die Unterſuchung des oberen Orinoco, des Rio Meta gegen Santa fé de Bogota hin. Die Leitung der Arbeiten am Orinoco hatte Solano, allein die Mißgunſt der Jeſuitenmiſſionäre, der Vorgänger der Obſervanten und Franziskaner, welche Humboldt angetroffen hat, war die Urſache, daß dieſe Expedition jämmerlich ſcheiterte, denn von 325 Perſonen, die daran Theil nahmen, blieben nur 13 am Leben, und Solano würde ein Opfer der Hungersnoth geworden ſein, wenn er nicht auf den Gedanken gekommen wäre, gebratene Regenwürmer zu eſſen. Er verſicherte ferner, daß, wenn nicht der Beiſtand der wilden Eingebornen ſie gerettet hätte, alle umgekommen wären. Solano[1] kam nie über San Fernando de Atabapo (S. ob. S. 91) hinaus und ſah weder den Rio Negro, noch den Caſſiquiare oder den Orinoco öſtlich von der Mündung des Guaviare. Faſt zu gleicher Zeit mit Solano war Don Francisco Requena in Santa Fé und Guayaquil beſchäftigt, von welch letzterer Provinz er eine Karte aufnahm; auch unterſuchte er die Flüſſe Yupurá, Putu Mayo und den Napo bis zu ihrer Einmündung in den Amazonenſtrom.

Durch dieſe Unterſuchungen hatte man einen wenn auch ſehr oberflächlichen Ueberblick über den ſpaniſchen Theil von Südamerika erlangt[2] und für Humboldt blieb daher nach den genannten Vorgängern noch genug zu thun übrig. Das von ihm unterſuchte Land hat einen Flächeninhalt von mehr als 15,400 Quadratlieues. Vor ihm kannte man in Europa, wie er ſelbſt angibt[3], weder die Richtung der Küſtencordillere von Venezuela noch wußte man etwas von einer Cordillere von Parime und außer Quito gab es im Innern von ganz Südamerika keinen aſtronomiſch genau beſtimmten Ort. Er hat eine Anzahl von mehr als 700 Höhenmeſſungen, Breiten- und Längenbeſtimmungen gemacht und daher für die Kunde von Südamerika mehr gethan als irgend ein Forſcher vor ihm, weshalb er auch nicht mit Unrecht der zweite Entdecker Amerika's genannt wird; denn während Columbus die Küſtenſtriche finden lehrte, lernte man durch Humboldt das Innere, wenigſtens einen großen Theil deſſelben kennen.

Eine vorläufige Arbeit über die einſchlägigen Gegenſtände wurde ſchon

---

1) Humboldt Rel. hist. II. 492.

2) Braſilien (das Gebirge und den Amazonenſtrom) bereiſten in den Jahren 1817—1820, alſo nach der Humboldt'ſchen Expedition, v. Spix und v. Martius; Unterſuchungen des Gebirges verdanken wir dem Baron v. Eſchwege.

3) Rel. hist. III. 188.

vor seiner Rückkehr im Jahre 1801 im Journal de Physique von de La=metherie und in der oben S. 271 angegebenen Abhandlung veröffentlicht; in der Relation historique findet man geographische Notizen in großer Zahl. Einen großen Theil der geographischen Arbeiten Humboldt's findet man in dem Atlas géographique et physique sowie in dem Atlas, der zum Werke über Neuspanien gehört. Es sind hier nicht nur die Karten sämmtlicher von Humboldt selbst bereisten Landstriche nach seinen eigenen Messungen gezeichnet enthalten, sondern auch solche Zeichnungen, die theils auf seinen eigenen Untersuchungen, theils auf denen Anderer beruhen, welche letztere Aufzeichnungen er aus Handschriften oder in den Archiven in Mexico und Spanien sammelte, so daß die Atlanten alles das vereinigt bieten, was zur Zeit ihres Erscheinens überhaupt über das Innere von Südamerika und Mexico zu haben war.

Die geographischen Arbeiten Humboldt's beschränkten sich nicht auf die Feststellung von Längen und Breiten einzelner Punkte oder die Vereinigung derselben zu Landkarten; er richtete sein Augenmerk auch auf die Höhe der Orte über dem Meere. Bleibt man nämlich bei der einfachen Längen- und Breitenbestimmung stehen, so wird durch Vereinigung einer möglichst großen Anzahl von Punkten und der zweckmäßigen Anordnung derselben auf dem Papier als Karte der Beschauer sich die Umrisse eines Landes versinnlichen, sowie auch über die Vertheilung der Orte im Inneren des Landes sich Rechenschaft geben können. Man kann aber durch bloße Angabe der beiden genannten Größen nur eine Zeichnung bekommen, wie man sie etwa auf den sogenannten Eisenbahn- und Reisekarten sieht. Eine solche Darstellung eines Landes genügt noch nicht zur genauen Kunde desselben, und man hat sich daher genöthigt gesehen, auf den gewöhnlichen Landkarten durch besondere Schattirungen, Schraffirungen ꝛc. die Züge der Gebirge, Wälder ꝛc. anzugeben. Erst die sogenannte Reliefkarte erfüllt alle Bedingungen, die wir stellen können, wenn wir uns von der Gestaltung eines Landes Rechenschaft geben sollen. Die Reliefkarte verlangt, wenn sie nur einigen Anspruch auf Richtigkeit machen soll, eine weitaus mehr detaillirte Ortskenntniß als die Landkarte, denn in letzterer kann man die noch unbekannten Striche leer lassen, was bei der ersteren nicht so gut thunlich ist. Trotz der Reisen Humboldt's und Bonpland's und ihrer Nachfolger war es vor 30 Jahren noch nicht möglich, von Südamerika eine nur annähernd richtige Reliefkarte herzustellen, denn diese ganze Darstellungsweise ist wohl kaum älter, und Humboldt beschränkte sich daher darauf, von den von ihm bereisten Ländern Profilzeichnungen zu geben. Er wählte eine bestimmte durch das Land gezogene Rich=

tung und trug in den den einzelnen Orten entsprechenden Punkten die Meereshöhen derselben auf. Der Atlas géographique et physique sowie der zu dem politischen Versuche von Mexico gehörende Atlas enthalten eine größere Anzahl dieser Profile, welche die Landkarten in gewissem Sinne vervollständigen und der Reliefkarte näher bringen, denn während die Landkarte die Verhältnisse einer Gegend in horizontaler Richtung darstellt, thut es die Profilzeichnung in der verticalen.

Die Profilkarten sind nachgeahmt worden von Parrot und v. Engelhart für den Kaukasus, von Wahlenberg für die Schweizeralpen und Karpathen, von Schübler für Deutschland, von v. Oeynhausen und Dechen für Frankreich u. s. w.

Außer diesen graphischen Darstellungen finden wir in der Relation hist. III. unter den Noten zum 9. Buche eine größere Abhandlung, welche unter dem Titel: Esquisse d'un tableau géognostique de l'Amérique méridionale au nord de la rivière des Amazones et à l'est du méridien de la Sierra nevada de Merida die Höhenverhältnisse Südamerika's bespricht und von welcher bereits im vorigen Kapitel die Rede war.

„Von den 571000 Quadratmeilen[1], sagt Humboldt (S. 189), welche Südamerika umfaßt, ist ein Viertheil von Bergen bedeckt, welche entweder eine Kette bilden oder in Gruppen beisammen stehen: der Rest stellt Flächen dar, die lange, ununterbrochene Streifen bilden, welche mit Wäldern oder Gräsern bedeckt und ebener sind, als sie in Europa vorkommen. Bis in eine Entfernung von 300 Lieues vom Ocean erheben sie sich allmälig von 30—470 Toisen über dem Meere. Die beträchtlichste Bergkette von Südamerika erstreckt sich der größten Ausdehnung des Landes gleich von Süd nach Nord; sie ist nicht im Innern, wie die Alpen in Europa, oder beträchtlich von der Küste entfernt, wie der Himalaya und der Hindu-Koh, sondern befindet sich ganz am Westrande des Continents zunächst dem Gestade des stillen Meeres. Richtet man seinen Blick auf das Profil von Südamerika, das zwischen dem Chimborazo und Groß-Para durch die Amazonasebene gezogen ist, so sieht man, daß das Land wie eine geneigte Ebene unter einem Winkel von weniger als 25 Secunden mehr als 600 Meilen weit allmälig gegen Osten niedriger wird."

„Sollte je einmal bei dem jetzigen Zustande der Dinge sei es durch was immer für eine Ursache der atlantische Ocean sich um 1100 Fuß über sein jetziges Niveau erheben zu einer Höhe, die um ein Drittheil geringer ist als

1) 20 Meilen = 1 Grad.

die des Centralplateaus von Spanien und Bayern, so würden seine Wogen bis in die Provinz von Jaen de Bracamoros, bis an die Felsenriffe vordringen, welche den östlichen Abhang der Andescordilleren ausmachen. Die Erhebung dieses Kammes ist gegen den ganzen Continent so gering, daß des letzteren Breite bei dem Cap St. Rochus gemessen 1400mal größer ist, als die mittlere Höhe der Andes."

Unter den Gebirgen Südamerika's unterscheidet Humboldt eine Kette, die Andes, die von dem westlichen Theile der Magellanschen Meerenge bis zum Vorgebirge von Paria (Trinidad gegenüber) sich hinziehen, also noch die sogenannte Küstenkette von Venezuela einschließen. Gegen Norden nehmen die Andes in der Landenge von Darien eine Strecke lang bedeutend an Höhe ab, erheben sich aber dann neuerdings und setzen sich erhebend als Rocky Mountains im Norden fort. In Südamerika spalten sie sich wiederholt, um sich wieder in Gebirgsknoten zu vereinen, deren Humboldt 9 zählt. Diese Gebirgsknoten sind es aber nicht, in denen die höchsten Gipfel sich vereinen, letztere sind stets in den Zweigen und zwar wechselweise bald auf der Ost- bald auf der Westseite. Zwischen einzelnen derselben eingeschlossen sind Hochebenen, unter ihnen die höchste, die es auf Erden gibt, diejenige, deren Boden der Titicacasee ausmacht, und die bis 12060 Fuß sich über das Meer erhebt. Das Titicacathal bildet ein Wassersystem für sich, das von dem des Oceans vollkommen abgeschlossen ist, und von dem kein Tropfen in das Meer gelangt. Außer den Andes unterscheidet Humboldt noch 3 Berggruppen, die Sierra Nevada von Santa Martha (westlich vom Maracaybosee) die Sierra von Parime (zwischen 4° und 8° n.), um welche der Orinoco sich herumzieht, und das brasilische Gebirge (zwischen 15° und 28° s.). Bei dieser Vertheilung der Gebirge kommen 3 Ebenen oder Flachländer zum Vorschein, die 4 Fünftheile des östlich von den Andes gelegenen Südamerika ausmachen. Zwischen der Küstenkette von Venezuela und der Parimegruppe sind die Ebenen des Apure und des untern Orinoco, zwischen der Gruppe von Parime und den brasilischen Bergen liegen die Ebenen des Amazonenstromes und zwischen dem brasilischen Gebirge und dem Südende des Festlandes findet man die Ebenen des Rio de la Plata und von Patagonien. Da die Parimegruppe in Spanischguyana und die Gruppe von Brasilien mit den Andes von Neugranada und Oberperu nicht zusammenhängen[1], so sind die 3 Ebenen des unteren Orinoco, des Amazonas und des la Plata mit einander durch Uebergänge von beträchtlicher Breite

1) Also entgegen der früheren S. 271 angegebenen Ansicht Humboldt's.

verbunden. Dieſe Uebergänge werden von ganz geringen Erhebungen gebildet und ſind Waſſerſcheiden. In dem ganzen weiten Raume von Südamerika öſtlich von den Andes gibt es keine Gruppe, die ſich bis zur Schneegränze erhebt, ja ſogar keine, die bis zu 1400 Toiſen reicht. Dieſes Verhältniß erſtreckt ſich auch über den öſtlichen Theil der nördlichen Hälfte des neuen Continents bis zum 60. Grade der Breite, während die höchſten Spitzen von Mexico bis zu 2770, die der Felſengebirge bis zu 1900 Toiſen aufſteigen. Die exponirte Gruppe der Alleghanies, die ihrer öſtlichen Lage und der Richtung nach dem braſiliſchen Gebirge entſpricht, geht nicht über 1040 Toiſen hinauf. Die hohen Gipfel, welche den Mont-Blanc überragen, gehören einzig und allein der Längenkette an, welche vom 55. Grade ſ. B. bis zum 68. der nördlichen den ſtillen Ocean bekränzt, der Cordillere der Andes. Die einzige iſolirte Gruppe, welche mit den ſchneebedeckten Gipfeln der Andes wetteifert, und die faſt 3000 Toiſen erreicht, iſt die Sierra de Santa Martha. Sie liegt aber auch nicht öſtlich von den Andes, ſondern nördlich zwiſchen den Ketten von Merida und Veragua. Auch der öſtliche Theil der Andes geht da, wo dieſe die ſogenannte Küſtenkette von Venezuela bilden, nicht bis zur Schneegränze. Vergleicht man dieſes öſtliche Gebirge mit dem von Parime und von Braſilien, ſo ergibt ſich eine Abnahme der Höhe von Nord nach Süd, wenn auch der Unterſchied nicht ſehr bedeutend iſt.

Unter Einſchluß der Antillen und der nordamerikaniſchen Alleghanies gibt Humboldt (S. 232) folgende Zuſammenſtellung der höchſten Gipfel der Oſtgebirge Amerika's.

Gebirgsſyſtem	Höchſter Gipfel		
Braſiliſche Gruppe	Itacolumi (20 1/2° ſ.)	900	Toiſen
Parimegruppe	Duida (3 1/4° n.)	1300	„
Außenkette von Venezuela	Silla von Caracas (10 1/2° n.)	1350	„
Antillengruppe	Blaue Berge (18 1/2° n.)	1138	„
Alleghanieskette	Mount Waſhington (44 1/4° n.)	1040	„

„Alle 5 Gruppen," ſagt Humboldt, „haben nahezu dieſelbe mittlere Höhe von 5—700 Toiſen und Höhenpunkte von 1000—1300 Toiſen. Dieſe Uebereinſtimmung auf einer Fläche, welche doppelt ſo groß iſt, als Europa, ſcheint mir ſehr merkwürdig zu ſein. Kein Gipfel im Oſten der Andes von Peru, Mexico und Oberlouiſiana erhebt ſich bis über die Gränze des ewigen Schnees. Man kann ſogar hinzufügen, daß mit Ausnahme der Alleghanies auf keines der öſtlichen Bergſyſteme auch nur zeitweiſe Schnee falle. Aus dieſen Betrachtungen und allgemein auch aus der Vergleichung des neuen

Continents mit denjenigen Theilen des alten, die wir am beſten kennen, mit Europa und Aſien, folgt, daß Amerika, das ſich auf der Halbkugel des meiſten Waſſers auf unſerem Planeten befindet, ſich mehr durch den Zuſammenhang und die Ausdehnung der Niederungen als durch die Höhe und das Zuſammenhängen ſeiner Längenkette auszeichnet. Auf beiden Seiten der Landenge von Panama, doch ſtets öſtlich von der Andescordillere, auf mehr als 600,000 Quadratlieues erreichen die Berge kaum die Höhe der ſcandinaviſchen Alpen, der Karpathen, der Monts-Dores (in der Auvergne) und des Jura. Ein einziges Syſtem, das der Andes, vereint in Amerika auf einer ſchmalen Zone, die eine Länge von 3000 Lieues hat, alle Gipfel, welche ſich über 1400 Toiſen erheben. In Europa dagegen, ſelbſt wenn man nach allzu ſyſtematiſchen Anſichten die Alpen und Pyrenäen als ein einziges Erhebungsſyſtem betrachtet, findet man weit entfernt von dieſem Hauptkamme in der Sierra Nevada von Granada, in Sicilien, Griechenland, in den Apenninen, vielleicht auch in Portugal Gipfel von 11—1800 Toiſen Höhe. Dieſer Gegenſatz zwiſchen Amerika und Europa in Beziehung auf die Höhenpunkte, welche 13—1500 Toiſen erreichen, iſt um ſo auffallender, als diejenigen Gebirge im öſtlichen Theile von Südamerika, deren *höchſte Gipfel* nur 13—1400 Toiſen haben, an der Seite einer Cordillere liegen, deren *mittlere Höhe* über 1800 Toiſen geht, während die Gebirge zweiten Ranges in Europa neben einer Hauptkette von weniger als 1200 Toiſen *mittlerer Höhe* noch Gipfel von 15—1800 Toiſen haben."

Zur Vergleichung der in gleicher Breite, aber unter verſchiedenen Meridianen befindlichen Erhebungsſyſteme ſtellt *Humboldt* folgende Tafel auf.

Andes von Chili und Hochperu. Bergknoten von Porco und Cuzco. 2500'	Braſiliſche Berggruppe, etwas niedriger als die Sevennen. 900—1000'
Andes von Popayan und Cundinamarca. Kette von Guanacas, Quindiu und Antiochia. Ueber 2800'	Berggruppe von Parime, etwas niedriger als die Karpathen. 1300'
Iſolirte Gruppe von Schneebergen von Santa Martha. Geſchätzt über 3000'	Küſtenkette von Venezuela 80' niedriger als die ſcandinaviſchen Alpen. 1350'

Andes von Guatimala und Oaxaca. 1700—1800'

Antillengruppe, 170' höher als die Berge der Auvergne. 1140'

Andes von Neumexico und Oberlouiſiana (Felſengebirge, Rocky Mountains) und mehr im Weſten die Seealpen von Neu-Albion. 1600—1900'

Alleghanikette, 160' höher als der Jura und die Ghats von Malabar 1040'

Dieſen Thatſachen fügt Humboldt eine ſehr intereſſante Beobachtung hinzu. In Europa ſind diejenigen Gipfel von Gebirgen untergeordneten Ranges, die über 1500 Toiſen hinaufſteigen, ſämmtlich im Süden der Alpen und der Pyrenäen, alſo ſüdlich von der Haupterhebung unſres Welttheils. Sie liegen auf derjenigen Seite der Erhebung, auf welcher ſich dieſe am meiſten der Küſte nähert und wo das mittelländiſche Meer am meiſten von dem Feſtlande verſchlungen hat. Auf der entgegengeſetzten Seite, alſo nördlich von den Alpen und Pyrenäen, erreichen die höchſten Gebirge, die Karpathen und die ſcandinaviſchen Berge, keine 1300 Toiſen. Die Depreſſion der Erhebungslinien zweiter Ordnung iſt daher in Europa ebenſo wie in Amerika auf derjenigen Seite, wo der Hauptkamm am weiteſten von dem Meere entfernt iſt. Hätte man nicht zu fürchten, daß man großartige Thatſachen nach einem zu kleinen Maßſtabe beurtheilt, ſo könnte man die Verſchiedenheit der Höhe der Andes und der oſtamerikaniſchen Gebirge mit dem Höhenunterſchiede vergleichen, den man zwiſchen den Alpen oder Pyrenäen und den Monts Dores, dem Jura, den Vogeſen oder dem Schwarzwald beobachtet.

Sind die Gebirge Oſtamerika's wenig entwickelt, ſo ſind es dafür um ſo mehr die Flachländer. Geht man von Nord nach Süd, ſo folgen ſich nacheinander das Baſſin des Miſſiſſippi und von Canada, das Baſſin des Golfs von Mexico und des Antillenmeeres, das Baſſin des untern Orinoco und der Ebenen von Venezuela, das Baſſin des Rio Negro und des Amazonas und die Ebenen des Rio de la Plata und von Patagonien.

Dieſe Baſſins ſind zwar durchaus flach und wenig gegen die Ebene des Horizonts geneigt, aber eine, wenn auch geringe Neigung, iſt nichtsdeſtoweniger vorhanden. Wollte man in einem großen Flachlande die jeweiligen Gehänge beſtimmen, ſo würde das für ſich wohl ein ſchweres Stück Arbeit ſein, da jede größere Ebene wieder in kleinere auf die verſchiedenſte Art gelagerte zerfallen kann. Glücklicherweiſe hat uns die Natur in der Eigen-

ſchaft des Waſſers, ſich ſtets den möglichſt tiefen Punkt auszuſuchen, den es erreichen kann, zu fließen, ein ganz bequemes Mittel an die Hand gegeben, die Neigung einer noch ſo flachen Gegend zu beurtheilen. Da das Waſſer ſtets von dem höheren Punkte zum niedrigern geht, ſo darf man verſichert ſein, daß, indem man in einem Fluſſe von der Mündung zu einer Quelle geht, man niemals bergab zu ſteigen hat, und die Vertheilung der Flüſſe und Flüßchen eines Landes lehrt unmittelbar die Art des Reliefs erkennen. Es ergibt ſich hieraus die Wichtigkeit der Flußgebiete, von denen bereits oben (S. 92) die Rede war. Humboldt hat darum auch bei Beſprechung der vorſtehenden Baſſins auf die Vertheilung des fließenden Waſſers vorzugsweiſe ſein Augenmerk gerichtet, ohne jedoch außer Acht zu laſſen, daß der Kamm eines Gebirges, die Linie ſeiner größten Erhebung nicht jedesmal eine Flußgebietgränze ſein müſſe, da Ausnahmen nicht eben ſelten ſind.

Das Baſſin des Miſſiſſippi und von Canada iſt im Oſten durch die Alleghanies, im Weſten durch die Andes von Neumexico und Oberlouiſiana begränzt, im Norden und Süden offen, und führt ſeine Waſſer durch den Miſſiſſippi, den St. Lorenz und die nördlichen Flüſſe ab. Die Waſſerſcheide zwiſchen Süd und Nord iſt eine einfache ſchwache Abdachung und durch kein Gebirge bezeichnet. Die Ebene iſt großentheils eine Savane und die Gränze zwiſchen dieſer und dem Waldlande läuft von Pittsburg gegen St. Louis, den Red River und Natchitotches, alſo der Oſtküſte und den Alleghanies ziemlich parallel.[1]

Das Antillenbaſſin iſt eine Fortſetzung des vorigen, und iſt größtentheils von Waſſer bedeckt. Humboldt rechtfertigt die Annahme deſſelben aus geologiſchen Gründen, da die Vertheilung der Erdbeben einen Zuſammenhang dieſes Gebietes anzeigt. Das dritte Baſſin iſt eingeſchloſſen von der Küſtenkette von Venezuela, der Cordillere von Neugranada, der Cordillere von Parime und iſt von dem nächſtfolgenden nicht nur durch kein Gebirge getrennt, ſondern ſogar durch den Caſſiquiare damit verbunden. Es bietet zwei verſchiedene Abdachungen: die eine, mehr nördlich, neigt ſich von Weſt nach Oſt, die andere von Süd nach Nord. Der weitaus größte Theil dieſes Flachlands beſteht aus Savanen, den bereits erwähnten Llanos. Auch das Baſſin des Amazonenſtroms, das ſich in Weſten an die Andes anlehnt, beſitzt zweierlei Abdachungen, von denen eine die des nördlichen Theils, von Weſt gegen Oſt gerichtet iſt, während die ſüdliche von Süd gegen Norden

1) In den „Anſichten der Natur", 3. Auflage I 70, iſt angegeben, daß öſtlich vom Miſſiſſippi noch theilweiſe dichte Waldungen, weſtlich dagegen nur Grasfluren ſind.

reicht und den Uebergang zu der Patagoniſchen Ebene vermittelt. Die Ebene iſt bedeckt mit dichter Waldung. Hier zeigt ſich die mächtigſte Entwicklung der Pflanzenwelt auf beiden Continenten; doch findet man auf der von Süd nach Nord gehenden Abdachung einen Savanenſtreifen, der gewiſſermaßen die Verbindung herſtellt zwiſchen den Llanos von Venezuela und denen von Buenos-Ayres. Die letzte Ebene im Süden des braſiliſchen Gebirges wird wieder zum größten Theile von Savanen, den Pampas, eingenommen.

Die Vertheilung von Gebirge und Niederungen in Südamerika iſt nach Humboldt folgende:

1) Berge:

Andes	58,900	Quadratſeemeilen
Küſtenkette von Venezuela	1,900	=
Sierra Nevada von St. Martha	200	=
Parimegruppe	25,800	=
Braſiliſches Gebirge	27,600	=
	114,400	=

2) Ebenen:

Llanos des untern Orinoco, Meta und Guaviare	29,000	=
Ebenen des Amazonas	260,400	=
Pampas des Rio de la Plata und von Patagonien	135,200	=
Ebenen zwiſchen der Oſtkette der Andes von Cundinamarca und der Kette von Choco (am Magdalenenſtrome)	12,300	=
Ebenen an der Weſtküſte der Anden	20,000	=
	456,900	=

Die Feſtſtellung über die Geſtalt von Amerika führte, wie oben angedeutet, Humboldt zu einer eingehenden Nachforſchung über die Strömungen des Waſſers auf dem Lande; wir beſitzen aber auch Humboldt'ſche Arbeiten über die Strömungen im Meere.

Die Gewäſſer des Oceans ſind nicht ruhig, wie die eines Binnenſees; ſie ſind in fortwährender Bewegung und man findet dort ungeheure Ströme, die zwiſchen Ufern, die ſelbſt wieder von Waſſer gebildet ſind, dahinziehen.

Da nicht alle Breiten der Erde ihrer verſchiedenen Lage gegen die Sonne wegen gleich erwärmt werden, muß das Waſſer der Tropenmeere

offenbar eine höhere Temperatur beſitzen, als das der andern Breiten. Da, wo das Meer am wärmſten iſt, muß ſich auch am meiſten Waſſer als Dampf in die Luft erheben, und die nothwendige Folge davon iſt, daß das Niveau der Tropenmeere niedriger ſteht als das der andern. Stehen aber die verſchiedenen Theile des Oceans, wie dieſes in der That der Fall iſt, unter einander in Verbindung, ſo iſt es vollkommen unmöglich, daß der eine Theil ein niedrigeres Niveau hat, der andere ein höheres, und es folgt daraus nothwendig, daß von den höheren kälteren Breiten eine Strömung gegen den Aequator geht, um das dort entſtandene Deficit wieder auszugleichen. Aehnlich wie in dem Paſſatwinde die Luft auf ihrem Wege vom Pole zum Aequator allmälig mehr und mehr eine weſtliche Richtung annimmt, ſo finden wir dieſes auch bei dem Waſſer des Meeres. Im Allgemeinen geht das Waſſer, indem es ſich dem Aequator nähert, in eine weſtliche Richtung über, und in der Gegend des Gleichers ſelbſt finden wir ſowohl im atlantiſchen, wie im ſtillen Ocean eine Strömung des Waſſers von Oſt nach Weſt. Um aber das fortwährende Deficit zu decken, muß an den Weſtküſten der Continente ſüd- und nordwärts vom Aequator ein Strom gegen den Gleicher hingehen. Gäbe es kein Land auf der Erde, ſo würde die Wirkung vorſtehenden Vorganges die ſein, daß in der Gegend des Aequators ein Strom rings um die Erde herumliefe und daß aus den höheren Breiten fortwährend ein Zuſchuß käme, um die durch ſtärkere Verdunſtung hervorgebrachte Niveaudifferenz wieder auszugleichen. In der Wirklichkeit iſt jedoch die Sache nicht ſo einfach, denn wie zwei Mauern legen ſich der alte und der neue Continent dem Meeresſtrome in den Weg und zwingen ihn, an ihnen angelangt, ſeine Bahn in höheren Breiten zu ſuchen und ſo den Kreislauf zu vollenden.

Die Strömungen des Meeres ſind namentlich für den Seefahrer von außerordentlicher Wichtigkeit, denn es kann ihm unmöglich gleichgültig ſein, ob ſein Fahrzeug mit dem Strome oder gegen denſelben gehe. Im erſten Falle wird, wie bei der Thalfahrt auf einem Fluſſe, die Reiſe beſchleunigt, im andern, welcher der Bergfahrt entſpricht, verzögert. Ein Strom, den der Seemann, ohne ihn zu kennen, durchſchifft, bringt ſein Schiff an Orte, die er zu beſuchen nicht beabſichtigte, und ſchon manches Schiff iſt den daraus entſtandenen fehlerhaften Ortsbeſtimmungen zum Opfer gefallen. Hieher gehört namentlich eine von Rennell entdeckte und nach ihm benannte verhältnißmäßig wenig ausgedehnte Strömung, welche an der Weſtküſte von Frankreich nordwärts gehend und ſich quer vor den britiſchen Kanal legend, jährlich eine Anzahl von Schiffen an die iriſche Küſte warf. In neuerer

Zeit, alſo nach der Reiſe Humboldt's nach Amerika, wo die Nautik ſo ungemeine Fortſchritte gemacht hat, iſt die Kenntniß von den Meeresſtrömungen namentlich durch Maury[1] zu einem hohen Grade von Vollkommenheit gebracht worden.

Um den Gang einer Meeresſtrömung kennen zu lernen, gibt es verſchiedene Mittel; doch iſt gerade dasjenige, durch welches man die Richtung des Waſſers auf dem Lande, wie in den Flüſſen entdeckt, die Vergleichung der verſchiedenen Stellungen eines auf dem Fluſſe treibenden Gegenſtandes gegen einen feſten Standpunkt am Ufer, von wo aus man den Gegenſtand zuerſt oben im Fluſſe, dann unten ſieht, auf dem Meere darum nicht anwendbar, weil es dort keine feſten Ufer gibt. Man erſetzt aber dieſen Mangel dadurch, daß man unterſucht, wie die Stellung eines Schiffes, deſſen Bewegung nach dem Log berechnet wurde, von der wirklichen auf aſtronomiſchem Wege ermittelten abweicht. Man wirft verſiegelte Flaſchen in das Meer, welche Datum und den Ort des auswerfenden Schiffes auf Zetteln enthalten. Fiſcht ein anderes Schiff eine ſolche Flaſche wieder auf, ſo kann aus dem Fundorte und der ſeit dem Auswerfen verfloſſenen Zeit auf die einſtweilige Bewegung der Flaſche geſchloſſen werden. Pflanzen, die in dem Meere treiben, richten ſich im Schwimmen ſo, daß ihre Längsaxe mit der Richtung des Stromes zuſammenfällt. Um die Gränzen eines Stromes zu finden, kann man auch das Thermometer benutzen, denn das Waſſer, welches von dem Aequator kommt, muß wärmer ſein, als ſolches, welches von Polargegenden kommt u. ſ. w.

Auf ſeinen Fahrten durch den atlantiſchen Ocean und das Antillenmeer machte Humboldt die Bekanntſchaft mit den Strömungen dieſer Gewäſſer, und wir finden im 1. Bande der Rel. hist. S. 65 u. ff. eine längere Abhandlung darüber.

Als er den ſtillen Ocean an der Küſte von Peru beſuchte, erkannte er dort eine Strömung, die von der ſüdlichen Polarregion gegen den Aequator geht, und die nach ihm die Humboldtſtrömung[2] genannt wird. Duperrey[3] hat 1831 ihren Lauf näher angegeben. Ueber dieſe Strömung habe ich in Humboldt's eigenen Werken in Rel. hist. III. 508 und Krit.

---

1) Explorations and Sailing Directions to accompany the Wind and Current Chart. M. legt bei Erklärung der Entſtehung der Ströme dem verſchiedenen Salzgehalte des Waſſers große Wichtigkeit bei.

2) Maury, Sailing Directions. 1858. I. 86.

3) Carte du mouvement des eaux à la surface de la mer dans le Grand Océan austral.

Unterſ. über die hiſt. Entwicklung der geogr. Kenntniſſe in der neuen Welt, überſ. v. Ideler, I. 337, nur ein Paar Notizen über Temperaturbeobachtungen gefunden, weshalb ich vermuthe, daß der Verfaſſer beabſichtigte, das Detail an einem andern Orte, wahrſcheinlich in dem (nicht mehr erſchienenen) vierten Bande der Rel. hist. zu bringen, da er dort jedenfalls an die Beſchreibung ſeiner Reiſe auf dieſem Strome gekommen wäre. Dagegen hat Berghaus[1] das Fehlende veröffentlicht, und gibt es als einer Handſchrift A. v. Humboldt's entnommen an. Dieſer Schrift ſind auch die nachſtehenden Sätze entlehnt.

„Wie die Exiſtenz und allgemeine Richtung des Golfſtroms," ſagt Humboldt, „Jahrhunderte lang den europäiſchen Schiffern vor der Temperatur bekannt waren, ſo war auch in der Südſee ſeit den früheſten Zeiten des beginnenden Verkehrs zwiſchen Chili, Lima und Guayaquil das Daſein einer großen Meeresſtrömung von Süd nach Nord und Nordnordweſt beobachtet worden. Nur die niedrige Temperatur dieſer Meeresſtrömung und der wichtige Einfluß derſelben auf die fälſchlich der Nähe der ſchneebedeckten Cordilleren zugeſchriebene Kühle der peruaniſchen Küſten waren bei meiner Ankunft an dem Littoral der Südſee völlig unbekannt. Franklin hatte ſchon 1775 die Hoffnung geäußert, daß Phyſiker wohl einſt im Ocean Flüſſe kalten Waſſers entdecken würden, welche Waſſer hoher Breiten den niedern zuführen, wie er gezeigt habe, daß die mexicaniſchen Golfwaſſer umgekehrt aus niedern Breiten höheren zuſtrömend, einen Theil der empfangenen Tropenwärme dem Azoriſchen, ja ſelbſt dem Cantabriſchen Meere mittheilen. Faſt 30 Jahre vergingen, ehe dieſe Hoffnung des großen Mannes erfüllt wurde, da zwiſchen La Condamine's und meiner Expedition jene Weltgegenden nur in botaniſcher und aſtronomiſch-geographiſcher Hinſicht durch Ruiz und Pavon, wie durch Aleſſandro Malaſpina's Begleiter durchforſcht worden waren."

„Das erſte Geſchäft eines reiſenden Phyſikers, wenn er nach langer Abweſenheit in Gebirgsgegenden an die Meeresküſte gelangt, iſt die Beſtimmung der Barometerhöhe und der Temperatur des Waſſers. Ich war mit letzterer beſchäftigt in der Gegend zwiſchen Truxillo und Guaman, bei Callao de Lima und auf der Schifffahrt von Callao nach Guayaquil und Acapulco, in einer Strecke des ſtillen Meeres von mehr als 100 deutſchen Meilen. Zu meinem größten Erſtaunen fand ich das Meer an der Oberfläche unter Breiten, wo es außerhalb der Strömungen 26° bis 28°,5 iſt, bei Truxillo,

1) Allg. Länder- und Völkerkunde. I. 575–592.

Ende September 16°,0, bei Callao, Anfang November 15,°5. Die Lufttemperatur war in der erſten Epoche 17°,8, in der zweiten 22°,7, alſo (was wichtig zu bemerken iſt) 7° wärmer als der Ocean in der Strömung. Die Luft konnte alſo nicht das Meer erkältet haben, und ohne noch eine nähere Kenntniß von dem Klima von Lima oder der Epoche zu haben, in der die Garua herrſcht, d. h. in der die Sonne von einer Nebelſchicht verſchleiert iſt und Monate lang eine ſcharf begränzte rothgelbe mondartige Scheibe darbietet, faßte ich ſchon in Truxillo, bei der erſten Annäherung an die Küſte, die ſeitdem durch viele Seefahrer beſtätigte Anſicht, daß die peruaniſche Strömung eine Polarſtrömung ſei, welche von hohen Breiten niedern zueilend, den Hauptſinuoſitäten der Küſte in N. N. W. Richtung folgt, und daß die große Temperirtheit des peruaniſchen Küſtenklima, ich kann ſagen, die empfindliche Kälte, welche man mitten in den Tropen und wenige Fuß über dem Meeresſpiegel erhaben in der ſogenannten Wüſte des Baxo-Peru erleidet, ihren Grund in der geringen Meereswärme und der gehemmten Wirkung der Sonnenſtrahlen während der Garua (drei- oder viermonatlicher Verſchleierung der Himmelsdecke) hat."

„Die Strömung begünſtigt dermaßen an dieſen Küſten jede Fahrt von Süd nach Nord, daß man leicht in 4—5 Tagen von Callao nach Guayaquil, in 8—9 Tagen von Valparaiſo nach Callao (Entfernung über 400 deutſche Meilen) ſchifft, wenn man zu dem Rückwege, gleichſam ſtromaufwärts, mehrere Wochen, ja in einzelnen Fällen Monate braucht. Auf meiner Fahrt war die Temperaturerhöhung der kalten Strömung, wie ich mich dem Aequator näherte, bis $4^1/_2{}^0$ ſ. B. nicht ſehr bedeutend, kaum von 1°,2. Das Meer zeigte, ſo lange wir in der Strömung waren, zwiſchen 21°,0 und 22°,5. Die Beſorgniß, daß trotz der großen Tiefe des Meeres an der peruaniſchen Küſte die Nähe der Küſte ſelbſt die Temperatur des Oceans könne modificirt haben, wurde bald entfernt, da ich auf offenem Meere, 25—30 deutſche Meilen von dem feſten Lande entfernt, die Waſſer auch noch 21°,0 wie zwiſchen Callao und der Inſel San Lorenzo fand. Die Strömung wendete ſich plötzlich bei dem Vorgebirge Cabo Blanco gegen Weſten und wir geriethen nun in wenigen Stunden von Waſſern von 20°,4—20°,6 in Waſſer von 27°."

Die Waſſer des peruaniſchen Küſtenſtromes gehen, wie man jetzt genau weiß und wie man in allen Seekarten findet, von dem Polarmeere her gegen Norden, wie ſchon Humboldt angenommen hat; in der Gegend des Aequators angekommen, wendet ſich der Strom, indem er ſich mit einer von Norden her kommenden, an der Küſte von Californien paſſirenden Strömung,

die jedoch schwächer ist als die südliche, verbindet, nach Westen und bildet ein Analogon zu der Aequatorialströmung im Atlantischen Ocean, die vom Meerbusen von Guinea nach Amerika geht.

Unter allen Problemen, welche die Geographie heutzutage zu lösen hat, nehmen diejenigen, welche mit dem wissenschaftlichen Interesse auch zugleich ein praktisches von bedeutendem Gewichte verbinden, die ersten Plätze ein, und unter diesen Arbeiten sind wieder besonders jene zu erwähnen, welche sich die Auffindung oder Herstellung neuer Verkehrswege zur Aufgabe gemacht haben. Seit Jahrtausenden ist es eine ausgemachte Thatsache, daß unter den zweierlei Straßen, die dem Menschen zu Gebote stehen, dem Wasser- und dem Landwege, ersterer so bedeutende Vorzüge vor dem letzteren hat, daß man sogar gewohnt ist, die Zugänglichkeit oder Unzugänglichkeit irgend einer Gegend nach der Beschaffenheit der dahin führenden Wasserstraßen oder nach der Entfernung von denselben zu beurtheilen. Aus diesem Grunde waren mit verhältnißmäßig ganz unbedeutenden Ausnahmen sämmtliche Handelsvölker alter und neuer Zeiten Insel- oder Küstenbewohner.

Die gegenwärtige Vertheilung von Land und Meer auf der Erde bedingt nach der Zahl der (wenn man die beiden Eismeere auch zu den Oceanen rechnet) in dem bewohnbaren Theile der Erde befindlichen Oceane drei große Verkehrssysteme, das des atlantischen, des großen und des indischen Oceans.

Vor der Entdeckung von Amerika kannte man außer einem beschränkten Theile des atlantischen Systemes nur noch ein zweites, das indische, und das Bestreben, einen Wasserweg aus dem einen in das andere zu finden, hat, wie im nächsten Abschnitte gezeigt werden soll, zur Entdeckung des Weges um das Cap der guten Hoffnung und zur Entdeckung von Amerika geführt. Eine Folge dieser Entdeckungen war die Auffindung eines dritten oceanischen Beckens, des Beckens der Südsee.

Die Verbindung zwischen diesen drei Systemen, welche die Natur hergestellt hat, ist durchaus nicht allenthalben gleich ausgebildet. Am günstigsten sind die Verhältnisse für den Verkehr zwischen den Systemen des indischen und des großen Oceans, denn beide Meere hängen in zwei weiten Durchfahrten zusammen, von denen die eine dem Aequator nahe im indischen Archipelagus, die andere in der gemäßigten Zone südlich von Neuholland in durchaus nicht hohen Breiten und in einem wenigstens nicht sehr unruhigen Meere ist. Weitaus weniger günstig ist die Lage, wenn man die Verbindungen des atlantischen Oceans untersucht, und gerade für den nördlichen

Theil seiner Küste, für die europäisch-nordamerikanischen Länder sind die Schwierigkeiten am allergrößten. Zwischen dem atlantischen und dem indischen Becken gibt es, wie zwischen diesem und dem pacifischen, zwei Stellen, an welchen ein Verkehr zwischen beiden Gebieten möglich ist, aber die eine Straße zwingt uns zu einem ungeheuren Umwege um ganz Afrika, die andere, das Gränzgebiet zwischen Afrika und Asien, ist durch Land unterbrochen. Zwischen dem atlantischen Ocean und dem stillen gibt es strenge genommen vier Straßen; von ihnen aber sind zwei, die durch das nördliche Eismeer gehen (nordöstliche und nordwestliche Durchfahrt) für den Verkehr nicht zu gebrauchen. Die dritte Straße, die um das Cap Horn oder durch die Magellansenge, zwingt, wie die um das Cap d. g. Hoffnung, die Schiffe zu einem noch größern Umweg, dem sie das Schlimme hinzufügt, daß die Südspitze von Amerika von einem äußerst stürmischen Meere umgeben ist, in welchem fast das ganze Jahr der Westwind weht, so daß man kaum um das Cap herumkommen kann, während die Fahrt durch die Magellanstraße durch Klippen höchst unsicher gemacht wird. Der letzte Weg, der noch bleibt, ist nicht eine offene Wasserstraße, sondern wird durch Land unterbrochen, gerade wie dieses bei der uns viel bequemer gelegenen Suezstraße der Fall ist.

So lange der ganze Westen im Besitze der spanischen Krone war, die es sich zur Aufgabe machte, allen Verkehr, namentlich mit Fremden, möglichst zu hindern, so lange ferner China und Japan ihre Gränzen jedem Fremden absperrten, und Neuholland nichts als ein großer Behälter für diejenigen war, die sich mit den englischen Gesetzen überworfen hatten, so lange waren die weiten Gebiete des großen Oceans verödet und kaum ein Paar Schiffe durchschnitten jährlich seine Wellen. All dieses hat sich geändert und den ersten Anstoß hiezu hat der Abfall der spanischen Kolonien gegeben. Jetzt erst konnte man im Ernste daran denken, das, was die Natur unvollendet gelassen, durch Kunst zu ersetzen und die Wasserstraße von dem einen Ocean in den andern durch einen Kanal herzustellen, denn was hätte früher ein solcher genützt, wenn er in ein ganz unbefahrenes Meer gemündet hätte? Der Erste, der schon vor einem halben Jahrhundert auf diesen Umschwung aufmerksam machte, und die bisher bekannten Thatsachen sammelte war Alexander von Humboldt. Er sagt[1]: „In einer Zeit, wo der neue Continent die Schicksalsschläge, die Europa treffen und seine ewigen Streitigkeiten benutzt und in der Civilisation reißende Fortschritte macht, in einer Zeit, in welcher der Handel mit China und mit Nordwestamerika von

1) Essai politique sur la Nouv. Espagne I. 12.

Jahr zu Jahr gewinnbringender wird, ist der Gegenstand, den wir hier im Allgemeinen erörtern, für die Lage des Handels und das politische Uebergewicht der Staaten vom allergrößten Interesse."

Seit dieser Zeit hat sich der Verkehr auf dem großen Ocean von Jahr zu Jahr gesteigert, und namentlich die Entdeckung der reichen Goldländer von Californien und Australien hat mächtig hiezu beigetragen. Damit hat sich die Nothwendigkeit eines in niedrigen Breiten von Amerika befindlichen Verbindungsweges wesentlich gesteigert, und wenn man auch noch nicht darüber einig geworden ist, wo der Kanal erbaut werden soll, so gibt man sich doch gegenwärtig alle Mühe, das Terrain zu studiren, um den möglichst geeigneten Platz für das große Werk ausfindig zu machen.

Soll irgendwo ein Kanal angelegt werden, so ist die erste Aufgabe die, bei sonst gleichen Vortheilen an Kosten möglichst zu sparen, und man wird daher, wenn man von dem einen Wassergebiete in's andere überzusetzen hat, einen Fluß möglichst weit hinauffahren, also die Natur möglichst weit benutzen. Oben angelangt, muß der Weg bis zu einem andern Flusse, der dem andern Gebiete angehört, künstlich fahrbar gemacht werden, und dann geht es in diesem wieder abwärts. Sind Höhendifferenzen zwischen den zu verbindenden Strecken vorhanden, so muß durch Schleusen nachgeholfen werden. Lebensfrage für einen Kanal bleibt stets die, ob in der Höhe hinlänglich Wasser vorhanden ist, ihn auch bei lebhaftem Verkehr zu speisen, und bei ihrer Verneinung kann von einem Kanale auch unter den sonst günstigsten Umständen nicht die Rede sein. Die Nothwendigkeit, an einem Kanale Schleusen anzubringen, ist stets ein Uebelstand, da die Unterhaltung des Bedienungspersonals große Kosten macht, und die Schleusen selbst einer Menge von Reparaturen unterworfen sind. Die Kanäle sind aus diesem Grunde in Beziehung auf Terrainverhältnisse viel schwieriger, als die Eisenbahnen, welche schiefe Ebenen, die bis zu 2 Procenten geneigt sind, ertragen können; dagegen gewährt ein bedeutender Kanal ohne Schleusen, auf dem größere Schiffe ohne umzuladen fahren können, große Vortheile, und ein Kanal durch Mittelamerika, der für Seeschiffe zugänglich ist, wäre trotz aller Eisenbahnen etwas sehr Wünschenswerthes.

Humboldt hat, soweit ihm die mexicanischen Archive das Material boten, bereits in seinem Essai politique sur la Nouvelle Espagne (I. 13) die verschiedenen Stellen bezeichnet, an denen sich die Wasser der zum atlantischen Ocean gehörenden Flüsse denen des pacifischen Systems außergewöhnlich nähern, und er bezeichnet nachstehende 9 Punkte, zu denen er in dem Atlas auch die Karten geliefert hat.

1) In 54° 37′ n. B. nähern ſich die Quellen des Friedensfluſſes oder Unigigah auf 7 Meilen denen des Tacutſché Teſſé, den man für identiſch mit dem Columbia hält. Der erſte Fluß geht nach dem nördlichen Meere, nachdem er ſich mit den Waſſern des Sclavenſees und des Makenzie verbunden, der andere fällt in das ſtille Meer. Beide Flüſſe ſind durch die Rocky Mountains getrennt, die ſich 550 Toiſen über die angränzenden Flächen erheben.

2) Unter 40° n. B. ſind die Quellen des Rio del Norte oder Rio Bravo, der ſich in den Meerbuſen von Mexico ergießt, von den Quellen des zum pacifiſchen Syſteme gehörenden Colorado durch ein gebirgiges Terrain von 12—13 Meilen Breite, eine Fortſetzung der Cordillere des Geraës getrennt.

3) Der Iſthmus von Tehuantepec (16°—18° n. Br.), Verbindung der Quellen des Huaſacualco (atl.) mit dem Rio Chimalapa (pacif.)

4) Verbindung des Sees von Nicaragua mit dem ſtillen Meere.

5) Iſthmus von Panama.

6) Durchſchnitt zwiſchen der Bai von Cupica und dem Rio Cauca.

7) Verbindung zwiſchen dem Rio Atrato (atl.) und dem Rio San Juan (pacif.)

8) Unter 10° ſ. B. 2 oder 3 Tagereiſen von Lima ſind die Quellen des (atlantiſchen) Rio Huanuco, der in den Rio Guallaga fällt, nur 4—5 Meilen von den Quellen des (pacifiſchen) Huaura entfernt.

9) Eine Verbindung in 45°—47° ſ. B. durch Vermittlung des Meerbuſens von St. Georg.

Sehen wir bei dieſen 9 Fällen von den erſten und den letzten 2 ab, ſo befinden ſich die übrigen ſämmtlich in Mittelamerika, und in neuerer Zeit iſt bald dieſe, bald jene Route, natürlich mitunter mit den verſchiedenſten Abweichungen unter einander (von der Nicaraguaroute gibt es nicht weniger als achterlei Arten) vorgeſchlagen worden; doch iſt mit Ausnahme von No. 7. keine darunter, welche ſich ohne alle Schleuſen durchführen ließe.[1] Ueberall ſteht die Cordillere im Wege, und einen Kanal meilenweit durch ſie hindurch zu führen, hat ſeine Schwierigkeiten. Die ſiebente Route iſt die einzige, welche ſich an einer Stelle befindet, an der die Cordillere ganz unterbrochen iſt; ſie befindet ſich im nördlichſten Theile von Südamerika, da, wo dieſes

1) Eine ausführliche Arbeit über die verſchiedenen Projecte, ihre Vor- und Nachtheile von Naumann findet ſich in der Zeitſchrift für allgemeine Erdkunde II. 1857.

an Mittelamerika anſtößt. Dieſe zuerſt von Humboldt in Europa bekannt gemachte Route wird dadurch gebildet, daß im Innern der Provinz Choco eine Schlucht den Rio San Juan und den Quitofluß verbindet. Erſterer geht in der Gegend von Cupica in's ſtille Meer, letzterer bildet mit dem Rio Andageda und dem Rio Zitara den Rio Atrato und fließt in das Antillenmeer. Ein thätiger Mönch, Pfarrer des Dorfes Navita, ließ durch ſeine Pfarrkinder in der Schlucht einen kleinen Kanal graben, und mit Hülfe dieſes Kanals können ſchon ſeit 1788 mit Kakao beladene Kähne von dem einen Meere in's andere gelangen. Der Kanal kann jedoch nur in der Regenzeit benutzt werden. Wie alſo Humboldt gezeigt hat, iſt bereits ein ſchiffbarer Weg vorhanden, der nur ausgeweitet zu werden braucht.

Humboldt hat dem Kanalprojecte auch noch in ſpäterer Zeit ſeine Aufmerkſamkeit zugewandt. So finden wir Mittheilungen von ihm in Berghaus' Hertha IX. 1827 und in The Journal of the R. Geographical Society XX. 1851. 2., ſowie einen Brief an Kelley, der ſich in den Proceedings of the R. Geographical Society 1856 und dann auch in den Nouvelles annales des voyages 1857 Januar befindet. In dieſem Briefe betont er wieder vorzugsweiſe die Vortheile der Atratoroute, indem er ſagt: „Das große Ziel, nach dem man meines Erachtens ſtreben muß, iſt ein Kanal, der die beiden Oceane verbindet, und weder Schleuſen noch Tunnels hat. Wenn die Pläne und Profile veröffentlicht werden, ſo kann die Welt frei und offen die Vor- und Nachtheile eines jeden Wegs unterſuchen und die Ausführung dieſes großartigen Unternehmens, das für die civiliſirten Bewohner beider Continente von Wichtigkeit iſt, mag dann erfahrenen Ingenieuren anvertraut werden. Das Unternehmen wird bei Regierungen und Privaten Theilnahme finden. Ich halte nichts für das Wachsthum des Handels und die Freiheit internationaler Beziehungen für gefährlicher, als jede weitere Forſchung dadurch abzuſchneiden, daß man gebieteriſch jedes Kanalproject verwirft. Eigens darum habe ich in meinem Essai politique de la Nouvelle-Espagne die ungeheure Arbeit erwähnt, mit der am Anfange des 17. Jahrhunderts unter der ſpaniſchen Regierung der Bergdurchſchnitt an dem tunnelfreien Kanal von Huehuetoca ausgeführt wurde, und ich habe zu viel Vertrauen auf die Hülfsmittel, welche gegenwärtig zu Gebote ſtehen, als daß ich ſchon die Hoffnung aufgeben möchte. Ein Mann, der unter den Seefahrern einen wohlverdienten Ruhm genießt, der Capitain Fitz-Roy, ſagt in einem Memoir of the Isthmus of Central-America: Die Vergleichung aller beſſer bekannten Routen zeigt, daß die Linie Atrato-Cupica die geeignetſte ſei für einen Kanal, die Panamalinie die paſſendſte für

eine Eiſenbahn. — Der Offizier, der in neueſter Zeit Cupica beſuchte (der Lieutenant Wood von der k. Marine), machte in Beziehung auf die Ortsverhältniſſe von Cupica und dem Naipi bekannt, daß er um 8 Uhr Morgens Cupica verließ, ſich zu Fuß mit eingeborenen Führern zum Naipi begab, dort badete und Mittags wieder auf ſeinem Schiffe war. Den höchſten Punkt ſchätzt er auf 3—400 Fuß engliſch."

Die Acten über den mittelamerikaniſchen Kanal ſind noch nicht geſchloſſen, und es läßt ſich daher nicht ſagen, ob und auf welche Linie derſelbe gebaut werde; aber es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß die Wahl zu Gunſten derjenigen Route ausfällt, die Humboldt zuerſt und ſchon vor 50 Jahren vorgeſchlagen hat.

Der Menſch.

Die Arbeiten Humboldt's über den Menſchen und ſeine Zuſtände ſind äußerſt manchfaltig. So findet ſich in den 3 Essais eine Fülle von ſtatiſtiſchen Angaben: Handel, Gewerbe, Bevölkerungszahlen, Nationalvermögen, Beſitz an edlen Metallen, kurz alles was zum Haushalte gehört, hat dort ſeine Stelle. Humboldt's Angaben werden zu jeder geſchichtlichen Bearbeitung der Zuſtände der von ihm bereiſten Länder ſtets von hohem Werthe ſein. Die Relation historique enthält Notizen über die Racenverhältniſſe, Sitten und Eigenthümlichkeiten der Menſchen in großer Zahl; noch viel bedeutender aber ſind die Vues des Cordillères. In dieſem großen Werke iſt die Geſchichte der rothen Menſchen vor dem Eindringen der Europäer, ſoweit ſie ſich jetzt noch ermitteln läßt, abgehandelt, dort iſt die Beſprechung der alten Gebäude, der Zeitrechnung, Staatseinrichtungen u. ſ. w. ſtets in Verbindung mit den Verhältniſſen der übrigen, namentlich der verſchiedenen aſiatiſchen Völker in einer zu gleicher Zeit ebenſo gelehrten als anziehenden und intereſſanten Weiſe durchgeführt, daß es nur bedauert werden kann, daß dieſes Werk der Natur der Sache nach (des um der dazu gehörenden Tafeln willen ſehr hohen Ankaufspreiſes wegen) nicht in weiteren Kreiſen ſeine Verbreitung finden konnte.

Um das gegenwärtige Kapitel nicht allzuſehr auszudehnen, ſehe ich mich gezwungen, mich möglichſt einzuſchränken und aus dieſem Grunde will ich namentlich das, was den weißen Menſchen anbelangt, übergehen, es möge der oben (S. 120) gegebene Auszug aus dem Essai politique de la Nouvelle

Espagne genügen, ebenso will ich die ihn allein betreffenden statistischen Nachrichten nicht weiter berühren, und mich auf eine kurze Angabe dessen beschränken, was Humboldt über die Negerverhältnisse und über die Indianer sagt.

1. Der Neger.

Während die spanischen Kolonien des Festlandes sich fast ganz frei von den Negern erhielten, so daß diese dort nur einen verschwindenden Bruchtheil der ganzen Bevölkerung bilden, ist auf den Antillen der rothe Eingeborene völlig verschwunden und seine Stelle durch den Neger besetzt, der dort theils als Sclave, theils als freier Farbiger lebt.

Nach der geschichtlichen Darstellung Humboldt's[1] wurden auf Cuba die ersten Neger (nicht über 300) im Jahre 1521 eingeführt, und im Ganzen bemühten sich die Spanier weniger um Sclaven als die Portugiesen. Im 16. Jahrhundert war in Spanien der Sclavenhandel nicht frei, sondern es gehörte ein königliches Privilegium dazu. Im Jahre 1790 wurde der Sclavenhandel frei erklärt, 1817 nordwärts vom Aequator, 1820 gänzlich verboten. Humboldt[2] schätzt die Zahl der Schwarzen, die von 1670—1825 nach den Antillen gebracht wurden, auf nahezu 5 Millionen, während in letzterem Jahre auf dem ganzen Archipel kaum 2,400,000 Neger lebten. Das Verhältniß der Einwohner der einzelnen Racen, auf das im Falle eines Krieges zwischen denselben ungeheuer viel ankäme, war im Jahre 1823 (in Cuba 1825) nachstehendes:

Länder und deren Gesammtbevölkerung.	Procente der Gesammtbevölkerung an		
	Weißen.	freien Farbigen, Mulatten und Negern.	Sclaven.
Cuba (715,000)	46	18	36
Jamaika (402,000)	6	9	85
Englische Antillen überhaupt (776,500)	9	10	81
Sämmtliche Antillen (2,843,000)	17	43[3]	40
Vereinigte Staaten von Nordamerika (10,525,000)	81	3	16
Brasilien (4,000,000)	23	26	51

1) Relation historique III. 403.

2) Relation historique III. 453.

3) Die große Procentzahl, welche diese Tabelle den freien Farbigen der Gesammtantillen gibt, rührt davon her, daß Haiti, das einen freien Negerstaat bildet, mitgerechnet ist.

Sieht man von den Vereinigten Staaten ab, in denen bekanntlich die Schwarzen nur im Süden an Zahl bedeutend sind, so daß man hier eigentlich den Süden von dem Norden trennen sollte, und wo auch durch die bedeutende Einwanderung sich seit 1825 alle Zahlenverhältnisse geändert haben, so zeigt sich, da in den andern Ländern wenigstens kein so bedeutender Wechsel vorgekommen ist, daß im Falle eines Sclavenaufstandes Cuba am günstigsten gestellt wäre. In dem französischen Theile von St. Domingo (Haiti) war 1788, also kurz vor dem Sclavenaufstande, das Verhältniß: 8 Procente Weiße, 5 freie Farbige und 87 Sclaven, und dieser abnorme Zustand hat denn auch zu den schauderhaften Ereignissen geführt, deren Schauplatz jene Insel war, und die mit der Bildung freier Negerstaaten endigten. Diesen Katastrophen am nächsten wären die englischen Antillen, wenn nicht die britische Regierung der Revolution durch eine rechtzeitige Emancipation der Neger vorgebeugt hätte, wobei noch berücksichtigt werden muß, daß die Spanier den Sclaven gegenüber viel mildere Herren sind, als Engländer und Nordamerikaner, und daß es in spanischen Kolonien einem Schwarzen eher möglich ist frei zu werden. Dieses ergibt sich schon aus obiger Tabelle, denn während auf Cuba ein freier Farbiger auf 2 Sclaven trifft, war das Verhältniß in Jamaika 1 zu 9, in Nordamerika 1 zu 5.

Es ist über die Negersclaverei schon viel geschrieben und gestritten worden, denn sie ist eine Angelegenheit, welche die Interessen einer Unzahl von Menschen berührt. Humboldt hatte in Amerika, namentlich in Cuba Gelegenheit sie kennen zu lernen und es dürfte daher sein Ausspruch darüber nicht ohne Interesse sein. Er sagt:[1] „Ich habe den Zustand der Schwarzen in Ländern gesehen, wo Gesetze, Religion und nationale Gewohnheit sich vereinen, um ihr Loos zu mildern und doch habe ich bei meiner Abreise von Amerika denselben Abscheu vor der Sclaverei gefühlt, den ich schon in Europa gehabt hatte. Vergebens haben geistreiche Schriftsteller, um die Grausamkeit der Institution durch geistreiche Wortklauberei zu verdecken, die Worte Negerbauern der Antillen, Unterthänigkeit der Schwarzen und patriarchalischer Schutz erfunden; es heißt das nur die edlen Eigenschaften des Geistes und des Gedankens entheiligen, wenn man mit Hülfe von nichtigen Vorwürfen oder Spitzfindigkeiten einen Unfug vertheidigt, der die Menschlichkeit beleidigt und empört. Glaubt man sich des Mitleidens entschlagen zu können, wenn man den Zustand der Schwarzen mit dem der Leibeigenen des Mittelalters, oder mit der Lage vergleicht, unter

1) Rel. hist. III. 446.

der noch jetzt einige Klaſſen im Norden und im Oſten von Europa ſeufzen? Dieſe Vergleiche, dieſe Wortkünſte und die hochmüthige Verdrießlichkeit, mit denen man ſelbſt die Hoffnung auf eine allmählige Milderung der Sclaverei zurückweiſt, ſind in der Zeit, in der wir leben, unnütze Waffen. Die großen Umwälzungen, welche der Continent von Amerika und der Antillenarchipel ſeit dem Beginne des 19. Jahrhunderts durchmachten, wirkten auf die Ideen und die allgemeine Denkungsweiſe in den Ländern ſelbſt, in denen die Sclaverei beſteht, und beginnen ſie zu ändern. Viele Verſtändige, und bei der Ruhe der Zucker- und Sclaveninſeln intereſſirte Männer fühlen, daß man durch freie Uebereinkunft mit den Eigenthümern, durch Maßregeln, die von mit den Ortsverhältniſſen bekannten Leuten ausgehen, einer Kriſe entgehen könne, deren Gefahren ſich durch Indolenz und Halsſtarrigkeit nur vermehren."

Eine Abhülfe gegen die Sclaverei, die er als eines der größten Uebel der Menſchheit bezeichnet, ſucht Humboldt auf dem Wege der Geſetzgebung; er hält dafür, daß zunächſt die Koloniallandtage dafür zu ſorgen hätten, daß ein Sclave ſich leichter frei machen könne. Von der häufig benützten Ausrede, man ſolle die Zeit und die fortſchreitende Civiliſation wirken laſſen, will er nichts wiſſen. Er ſagt: „Die Zeit wird einen Einfluß auf die Sclaven ausüben, aber auch zugleich auf die Beziehungen zwiſchen den Bewohnern der Inſeln und des Continentes und auf die Ereigniſſe, die man nicht wird bemeiſtern können, wenn man ſie in einer apathiſchen Unthätigkeit abgewartet hat. Ueberall, wo die Sclaverei ſchon länger eingeführt iſt, haben die Fortſchritte der Civiliſation auf die Behandlung der Sclaven viel weniger Einfluß, als man ihnen gerne zuſchreiben möchte. Die Civiliſation eines Volkes erſtreckt ſich ſelten auf eine große Anzahl von Individuen, ſie reicht nicht bis zu denen, die an den Arbeitsplätzen in unmittelbarer Berührung mit den Schwarzen ſind. Die Eigenthümer, unter denen mir ſehr menſchliche bekannt ſind, ſchrecken vor den Schwierigkeiten zurück, die ſich in den großen Plantagen darbieten, ſie zaudern die hergebrachte Ordnung zu ſtören, wenn ſie Neuerungen einführen, die, weil ſie nicht allgemein, nicht von den geſetzgebenden Körpern und was noch wirkſamer wäre, von der öffentlichen Meinung unterſtützt ſind, ihren Zweck verfehlen und das Schickſal derer, denen man helfen wollte, verſchlimmern würden. Solche Betrachtungen halten das Gute bei Leuten auf, deren Anſichten die wohlwollendſten ſind und die die barbariſchen Einrichtungen beklagen, deren traurige Erbſchaft ihnen zugefallen iſt. Mit den Umſtänden vertraut, wiſſen ſie, daß, um den Zuſtand der Sclaven weſentlich zu ändern, um ſie allmählig zum Genuſſe der Freiheit zu bringen, ein feſter Wille der Ortsbehörden und ein Zuſammenhelfen aller

begüterten und verständigen Bürger und endlich ein allgemeiner Plan nöthig sind, in dem alle Möglichkeiten einer Unordnung und die Mittel ihnen zuvorzukommen vorausgesehen sind. Ohne dieses Zusammengehen wird die Sclaverei mit allen ihren Schmerzen und Leiden wie im alten Rom sich erhalten neben der Feinheit der Sitten, den so gerühmten Fortschritten der Aufklärung und aller Zeichen von Civilisation. Daß sie vorhanden ist, bildet einen Anklagepunkt für diese, und ist eine stehende Drohung, sie zu verschlingen, wenn der Tag der Rache angebrochen sein wird."

In der Zeitschrift für allgemeine Erdkunde von 1856 erwähnt Humboldt, daß der Essai politique sur l'île de Cuba, welcher außer in der Relat. hist. III. chap. XXVIII auch gesondert veröffentlicht wurde, später in's Spanische und aus diesem von Trasher in Nordamerika in's Englische übersetzt worden sei, daß aber in dieser letzteren Uebersetzung das 7. Capitel des Essai, das von der Sclaverei spricht (und dem auch obige Sätze entnommen wurden), obwohl in dem spanischen Texte enthalten, ganz und gar weggelassen worden sei. Er beschwert sich dabei über diese Unterschlagung seiner Aeußerungen von Gefühlen gegen die unterdrückten Schwarzen, die jetzt nach 30 Jahren noch ebenso lebhaft seien, als zur Zeit der Abfassung des Essai.

Auch im Kosmos[1] findet Humboldt Gelegenheit, sich gegen die Sclaverei auszusprechen. Er sagt: „Mit Freude setzen wir hinzu, daß dieser Genuß (der freien Natur) auf den Landgütern des Plinius durch den widrigen Anblick des Sclavenelendes minder gestört war. Der reiche Mann war nicht blos einer der gelehrtesten seiner Zeit, er hatte auch, was im Alterthum wenigstens selten ausgedrückt ist, rein menschliche Gefühle des Mitleids für die unfreien unteren Volksklassen. Auf den Villen des jüngeren Plinius gab es keine Fesseln, der Sclave als Landbauer vererbte frei, was er erworben."

2. Der Indianer.

Unter den verschiedensten Stämmen der Ureinwohner von Amerika herrscht nach Humboldt in ihrem Aeußeren eine große Uebereinstimmung; sie deuten alle auf einen gemeinsamen Ursprung hin.

Ihre Farbe ist dunkel, kupfrig, die Haare sind schlicht, der Bart schwach, der Wuchs untersetzt, die Augen in die Länge, die Augenwinkel gegen die Schläfe in die Höhe gezogen, die Backenknochen hervorspringend, die Lippen

1) II. 24.

dick und ein Ausdruck von Gutmüthigkeit um den Mund ſticht ab gegen einen finſtern wilden Blick. Es iſt dem europäiſchen Ankömmling ſchwer, die Individuen von einander zu unterſcheiden, doch bieten die einzelnen Stämme ſehr leicht zu erkennende Merkmale. Die Eingeborenen von Mexico ſind dunkler, als die Bewohner der heißen Gegenden von Südamerika. Während bei den Völkern der weißen Race die mehr oder weniger dunkle Farbe der Haut weniger dem Einfluſſe der Abſtammung als dem des Klimas zuzuſchreiben iſt, verſchwindet dieſe Einwirkung faſt vollſtändig bei den Amerikanern, wie auch bei den Negern. Es gibt unter den Völkern des neuen Continentes ſolche, die wenig gefärbt, ſich den Arabern oder Mauren nähern. So ſind z. B. die Anwohner des Rio Negro dunkler, als die des untern Orinoco, obwohl erſtere ein weniger heißes Land bewohnen. In den Wäldern von Guyana, beſonders bei den Orinocoquellen leben mehrere Stämme, die ſo weiß ſind, wie die Meſtizen, obwohl ſie ſich nie mit Europäern vermiſcht haben und ringsum von ſchwarzbraunen Völkerſchaften umgeben ſind. Die Bewohner der Hochebenen von Mexico ſind dunkler als die Bewohner von Quito und Neugranada, obwohl ſie ein analoges Klima haben. Der nackte Indianer hat dieſelbe Farbe, wie der bekleidete, und die von der Kleidung bedeckten Körpertheile des letzteren ſind nicht, wie dieſes bei uns der Fall iſt, heller als die dem Einfluſſe der Luft und der Sonne ausgeſetzten. Volney hatte von einem Häuptling der Miamis in Nordamerika gehört, daß die Kinder der Indianer im Lande weiß wie die Europäer zur Welt kommen, und daß die Erwachſenen erſt an der Sonne und durch das Fett, ſowie durch die Kräuter, womit ſie ſich einreiben, braun werden, ſowie auch daß die Weiber am Gürtel, wo ſie ſtets bekleidet ſind, weiß bleiben. Humboldt widerſpricht dieſem, wenigſtens was die Stämme anbelangt, die er ſelbſt geſehen hat.[1] Er verſichert, daß bei dieſen die Kinder niemals weiß geboren werden, und daß auch die indianiſchen Caziken, die in einer gewiſſen Wohlhabenheit leben, und auch im Innern ihrer Wohnungen bekleidet bleiben, allenthalben (mit Ausnahme der Handfläche und der Fußſohle) gleichmäßig rothbraun ſeien. Der Bart der Indianer iſt im Allgemeinen ſchwach, doch kann er durch fleißiges Raſiren ſtärker gemacht werden, wie Humboldt am Orinoco bei den Caripeindianern beobachtete, wo die Sacriſtane zu dieſem

1) In Rel. hist. III. 157 gibt H. den Eskimoſtamm der Tſchugazen als einen ſolchen an, deſſen Kinder weiß zur Welt kommen; in der Einleitung zu den Vues pittoresques VII. jedoch erklärt er die Bewohner der Polarkreisgegenden von Amerika für eine andere Race.

Mittel ihre Zuflucht ergreifen, um dadurch mehr ihren Herren, den Kapuzinern, ähnlich zu werden. Die mexicaniſchen Indianer haben etwas mehr Bart, als andere, ſie tragen in der Nähe der Hauptſtadt ſogar kleine Schnurrbärte.

Die mexicaniſchen Indianer, wenigſtens diejenigen, die unter europäiſcher Herrſchaft ſtehen, erreichen in Folge ihrer mäßigen Lebensweiſe ein hohes Alter. Reiſende, die nur nach dem Geſichte der Indianer urtheilen, ſind zwar verſucht zu glauben, es gebe nur wenig alte Leute unter ihnen; doch iſt es im Allgemeinen ſchwer, über das Alter derſelben eine richtige Auskunft zu erhalten, da ſie ſelbſt nie wiſſen, wie alt ſie ſind, und die Pfarrregiſter in jenen heißen Ländern alle 20—30 Jahre von den Termiten aufgefreſſen werden. Das Haar der Indianer wird nie oder ſelten grau, der Mangel an Bart bringt an und für ſich ein jugendliches Ausſehen hervor, und die Haut hat wenig Neigung, Runzeln zu machen. Man kann leicht Leute, namentlich Frauen treffen, die 100 Jahre alt ſind, und dieſes Alter iſt noch dazu in ſofern ein glückliches, da die mexicaniſchen, wie die peruaniſchen Indianer ihre Muskelkräfte bis zum Tode behalten. Mißgeſtalten ſind äußerſt ſelten; Humboldt ſagt, daß er nie einen buckeligen oder nur äußerſt ſelten einen hinkenden oder einarmigen Indianer geſehen habe. Auch der Kropf kommt ſelbſt in Gegenden, wo er zu Hauſe iſt, nie bei Indianern und ſelten bei Meſtizen vor.

Von dem Lande der Esquimos bis zur Magellansſtraße haben die amerikaniſchen Sprachen, wenn auch in ihren Wurzeln grundverſchieden, ſo zu ſagen dieſelbe Phyſiognomie, ſie mögen nun ausgebildete, wie die mexicaniſche, die der Incas, oder vollkommen barbariſche ſein, und dieſe Uebereinſtimmung der Idiome weiſt, wenn nicht auf einen gemeinſamen Urſprung, doch wenigſtens auf eine ungemeine Analogie in den intellectuellen Fähigkeiten dieſer Völker hin.

Ueberall in der neuen Welt findet man eine Menge von Zeiten und Formen in den Zeitwörtern, eine künſtliche Einrichtung, um voraus, ſei es durch ein eingeſchaltetes Suffixum, oder ſei es durch Beugung der perſönlichen Fürwörter, welche die Endung des Zeitwortes bilden, die Natur und die Beziehungen des Subjects und Prädicats anzugeben, oder anzuzeigen ob letzteres belebt oder unbelebt, männlich oder weiblich, in der Einheit oder Mehrheit ſei. Dieſer allgemeinen Einrichtung zufolge kommt es vor, daß Idiome, die nicht ein Wort gemeinſchaftlich haben, wie z. B. die mexicaniſche und die Quichuaſprache, ſich untereinander gleichen, und dadurch ganz von den Töchterſprachen des Lateiniſchen abweichen. Es erlernt auch ein Amerikaner leich-

ter eine andere amerikaniſche Sprache, als die ſpaniſche. In den Wäldern des Orinoco ſah Humboldt unter den roheſten Indianern ſolche, die zweier bis dreier Sprachen mächtig waren. Als die Jeſuiten noch an der Spitze der Orinocomiſſionen ſtanden, führten ſie in denſelben ein paar der weiter verbreiteten Sprachen als Umgangsſprachen ein, und bei conſequenter Durchführung dieſes Syſtems wäre möglich geweſen, daß nach und nach die Unzahl von Idiomen ſich auf einige wenige reducirt hätten, allein die den Jeſuiten nachfolgenden Kapuziner ſind hievon abgegangen. Jetzt fällt es den Miſſionären ſchwer, ſich nur einen Dolmetſcher zu verſchaffen, um ſich ihren Untergebenen verſtändlich zu machen.

Die Reihenfolge der Wörter in denjenigen amerikaniſchen Sprachen, die noch eine gewiſſe Friſche erhalten haben, iſt folgende: Zuerſt kommt der von dem Zeitwort regierte Caſus, dann das Zeitwort und endlich das perſönliche Fürwort. Der Gegenſtand, auf den vorzugsweiſe die Aufmerkſamkeit gerichtet werden ſoll, kommt voraus. Statt „Mit Dir bin ich glücklich", würde der Amerikaner ſagen: Dir mit glücklich bin ich. Unter den Beiſpielen aus der Chaymasſprache, die Humboldt anführt[1], ſind: punpuec topuchemaz, du biſt fett von Körper, wörtlich: Fleiſch (pun) für (puec) Fett (topuche) du ſein (maz); quenpotupara quoguaz, „ich kenne ihn nicht," wörtlich „ihn kennend nicht ich ſein"; quenepra quoguaz, „ich habe ihn nicht geſehen", wörtlich „ihn ſehend nicht ich ſein."

In den Sprachen des indogermaniſchen Stammes werden die verſchiedenen Umſtände, die ſich an Haupt-, Zeit- und andere Wörter knüpfen, durch Declinationen und Conjugationen angegeben, während andere daſſelbe Ziel durch Anhängen anderer Worte erreichen, und zu dieſen gehören auch die amerikaniſchen. Die Declinations- und Conjugationsendungen können aber recht leicht von in früherer Zeit üblichen Anhängſeln abſtammen z. B. amav-issem, amav-eram, pot-ero u. ſ. w. Es können auch noch andere Wörter an einander hängen, wie z. B. meinetwegen, wohin, woher, par-ce-que. Bekannt iſt, daß alle deutſchen Fragewörter mit W anfangen. Iſt dieſes W nicht vielleicht ein Ueberreſt eines alten Wortes? Die amerikaniſchen Sprachen beruhen jedoch vorzugsweiſe auf ſolchen Verbindungen, die noch ſo loſe ſind, daß die Trennung alsbald möglich wird, wie das obige punpuec topuchemaz zeigt.

Humboldt[2] ſagt hierüber: „Man glaubte[3] bei der Vergleichung der

1) Rel. hist. I. 483.
2) Rel. hist. I. 486.
3) Friedrich Schlegel, Sprache und Weisheit der Indier 44—60.

Sprachen 2 Klaſſen derſelben unterſcheiden zu können: die einen, in ihrer Organiſation vollkommeneren, ſind freier und raſcher in ihrer Bewegung und zeigen eine innere Entwickelung durch Flexion, während die andern ungeſchmeidiger und der Vervollkommnung weniger fähig nur ein rohes Zuſammenfügen kleiner Formen oder angehängter Partikeln zeigen, wobei jede die Phyſiognomie beibehält, die ſie beſitzt, wenn ſie allein ſteht. Dieſe äußerſt geiſtreiche Anſicht iſt unrichtig, wenn man annimmt, daß es polyſyllabe Idiome ohne Beugung gebe, oder daß diejenigen, die ſich wie aus einem innern Kerne organiſch entwickeln, gar keinen äußerlichen Zuwachs durch Suffixe und Affixe erleiden, welchen Zuwachs wir ſchon öfters als Agglutination oder Incorporation bezeichnet haben. Viele Formen, die wir jetzt für Flexionen der Wurzel halten, waren vielleicht urſprünglich Affixe, von denen nur ein oder zwei Conſonanten übrig geblieben ſind. Es iſt mit den Sprachen, wie mit allem Organiſchen in der Natur; nichts ſteht ganz für ſich, nichts iſt dem andern völlig unähnlich. Je weiter man in ihren innern Bau eindringt, deſto mehr ſchwinden die Contraſte, die auffallenden Eigenthümlichkeiten. Es iſt damit wie mit den Wolken, die nur von weitem ſcharf umriſſen erſcheinen."

Für am meiſten ähnlich mit den amerikaniſchen Sprachen hält Humboldt unter den europäiſchen die baskiſche, welche ſein Bruder Wilhelm von Humboldt bearbeitet hat.

Humboldt ſchätzte die Zahl der Eingebornen in Mexico auf 2 Fünftheile der ganzen Bevölkerung, doch waren ſie nicht allenthalben in gleicher Zahl vertreten, ja man fand ſie in den innern Provinzen faſt gar nicht. Das alte Mexico hatte ſich nur bis zum 21. Grade erſtreckt, und die Gebiete jenſeits deſſelben dienten den wenig zahlreichen nomadiſchen Stämmen der Chichimeken und Otomiten zum Aufenthalt. Wie die Jägerſtämme in Nordamerika zogen ſich dieſe vor den vordringenden weißen Einwanderern zurück, und man findet ſie daher nicht mehr da, wo ſie früher waren, während die Ackerbau treibenden Nachkommen der eigentlichen Mexicaner an der Stelle blieben, und den Druck der Eroberer über ſich ergehen ließen. Das Land zwiſchen dem 14. und 21. Breitegrade führte nach Humboldt's[1] Darſtellung in früherer Zeit den Namen Anahuac und umfaßte außer dem Aztekenreiche, deſſen letzter Herrſcher Montezuma war, noch die Republiken Tlaxcallan und Cholollan, ſowie die Königreiche Tezcuco und Mechuacan. Der Name Mexico bedeutet in der Aztekenſprache Aufenthaltsort des Kriegsgottes Mexitli oder Huitzilopochtli. Aehnlich

1) Essai pol. de la Nouv. Espagne I. 8 u. 78.

wie Europa bei der Völkerwanderung wurde Anahuac von Zeit zu Zeit von aus Norden kommenden Völkerſchaften überſchwemmt; zuerſt erſchienen um 648 die Tolteken, dann 1170 die Chichimeken, 1178 die Nahualteken, 1196 die Acolhuen und Azteken.

Dieſe Stämme behaupteten aus dem Norden gekommen zu ſein. Sie betrachteten ihre Zuſtände als die Copie von etwas, was anderswo exiſtirte, und ihre Städte benannten ſie nach denen der Landſtriche (Huehuetlapallan oder Tlapallan, Amaquemecan und Aztlan oder Teo-Acolhuacan), die ſie verlaſſen hatten.

Die Tolteken führten den Anbau des Mais und der Baumwolle ein, erbauten Städte und Straßen, ſowie auch die Pyramiden, deren Seiten genau nach den Himmelsgegenden gerichtet ſind, ſie kannten die Hieroglyphen und verſtanden Metalle zu gießen und harte Steine zu ſchneiden.

Woher dieſe Völkerzüge kamen, iſt ein ungelöſtes Problem. Humboldt hält es nicht für unmöglich, daß die Tolteken oder die Azteken ein Theil der Hiongnu, derjenigen Nation, die unter dem Namen der Hunnen Europa verwüſtete, ſein könnten, die den chineſiſchen Geſchichtsſchreibern zufolge unter der Anführung des Punon auswanderten und ſich in Nordſibirien verloren. Daraus, daß die Amerikaner die Cerealien nicht kannten, ſchließt er, daß, wenn ſie je aus Aſien ſtammten, ſie die Nachkommen von Nomaden oder von Hirtenſtämmen ſein müßten, was jedoch jedenfalls auf längſt vergangene Zeiten zurückführen würde, denn bei der Eroberung von Amerika kannten die Einwohner nur den Mais, keine unſerer Getreidearten, die in der alten Welt ſeit undenklichen Zeiten angebaut werden; auch hatten ſie kein Milchvieh.

Als Folge dieſer verſchiedenartigen Einwanderungen iſt der Umſtand zu betrachten, daß die indianiſche Bevölkerung von Mexico eine ſehr gemiſchte iſt. Es gibt mehr als 20 Sprachen daſelbſt, die nicht etwa als beſondere Dialekte eines einzigen Idioms zu betrachten ſind, ſondern von einander wenigſtens ebenſo abweichen, wie das Deutſche und das Griechiſche. Am meiſten verbreitet iſt die Sprache der Azteken.

Ueber die geiſtigen Fähigkeiten der Indianer läßt ſich ſchwer ein Urtheil abgeben, da ſelbſt in den ehemaligen Culturſtaaten der jetzt lebende Reſt durch Jahrhunderte langen Druck verkümmert iſt. Als die Europäer eindrangen, war ihr Schwert zunächſt gegen die gebildetere wohlhabende Klaſſe gerichtet, vor allem aber wütheten ſie ſchon aus religiöſem Fanatismus gegen die Bewohner der Teocallis oder Gotteshäuſer, gerade gegen diejenigen, die man als die Träger aller Kenntniſſe des Volkes anſehen konnte. Die in-

dianiſchen Frauen, die noch etwas Vermögen gerettet hatten, zogen vor, ſich mit den Eroberern zu verheirathen, und nicht bei ihrem verachteten Stamme zu bleiben, und ſo iſt von dieſem zuletzt beinahe nichts übrig, als die unterſten Schichten der früheren Bevölkerung. Dieſe hatten ſchon unter der mexicaniſchen Regierung unter dem Drucke einer tyranniſchen Feudalherrſchaft keine hohe Bildung erlangt und ſind bei der ſcharfen Trennung zwiſchen ihnen und den Europäern, da noch dazu in den Hieroglyphen alle ihre Bildungsmittel verbrannt wurden, natürlich auch nicht voran gekommen.

Der mexicaniſche Indianer zeigt mit ſeinem Phlegma einen auffallenden Contraſt gegen den lebhaften Neger: er iſt ernſthaft, melancholiſch und ſchweigſam, ſo lange nicht berauſchende Getränke auf ihn eingewirkt haben. Dieſer Ernſt iſt beſonders bei den Kindern bemerkbar, die in einem Alter von 4 bis 5 Jahren viel intelligenter und entwickelter ſind, als die Kinder der Weißen. Der Mexicaner liebt es, ſeinen unbedeutendſten Handlungen einen geheimnißvollen Anſtrich zu geben, ſeine heftigſten Leidenſchaften ſpiegeln ſich nicht auf dem Geſichte ab und es hat etwas Schreckhaftes, wenn man ihn plötzlich von vollkommener Unthätigkeit zur heftigen ungezügelten Handlung übergehen ſieht. Der Eingeborene von Peru hat mehr Sanftmuth; die Thatkraft des Mexicaners artet in Härte aus.

Wie alle Völker, die lange unter geiſtlichem und weltlichem Despotismus geſeufzt haben, hängen auch die Amerikaner mit außerordentlicher Zähigkeit an ihren Gewohnheiten, Gebräuchen und Meinungen, an welchen letzteren auch die Einführung des Chriſtenthums weiter nichts geändert hat, als daß es die Ceremonien eines blutigen Cultus durch die Symbole einer menſchenfreundlichen Religion vertauſchte. Wie alle unterdrückten halbbarbariſchen Völker wechſelten die Mexicaner, ohne ſich jedoch darum weiter zu ändern, mit den Herrſchern auch die Namen ihrer Gottheiten. Die Einführung eines nominellen Chriſtenthums wurde ſogar erleichtert durch die Analogien, die ſich zwiſchen der altmexicaniſchen Mythologie und den chriſtlichen Symbolen ziehen ließen. So wurde der heilige Adler der Azteken alsbald in den heiligen Geiſt umgewandelt. Schon Cortez benützte die mexicaniſchen Sagen zu ſeinem Vortheil. Es galt nämlich dort die Regierung des fabelhaften Königs Quetzalcoatl, eines weißen, bärtigen Mannes, als das goldene Zeitalter von Anahuac.[1] Wie bei den Griechen unter Saturnus, lebten damals Menſchen und Thiere in Frieden, die Erde brachte von ſelbſt die reichſten Ernten hervor, die ſchönſten Vögel erfüllten

1) Humboldt, Vues des Cordillères 29.

die Luft mit herrlichem Geſange. Aber der große Geiſt Tezcatlipoca, der mexicaniſche Brahma, gab Quetzalcoatl einen Trank, der ihn unſterblich machte, ihn aber zugleich zwang, auf Reiſen zu gehen, um ein entlegenes Land Tlapallan zu beſuchen. Er ſoll ſich hiebei nach Oſten gewandt haben. Nachdem er in Cholula 20 Jahre hindurch die ihm angebotene Regierung geführt hatte, ging er an die Mündung des Fluſſes Goasacoalco, wo er verſchwand, nachdem er den Cholulanern hatte verkünden laſſen, daß er in einiger Zeit wieder zurückkehren werde, um ſie auf's neue zu regieren und ihr Glück zu erneuern. Darum glaubte man in Mexico, als die Spanier an der Oſtküſte landeten, in ihnen die Nachkommen jenes Heiligen zu ſehen. Darum ſagte auch der König Montezuma zu Cortez: „Wir wiſſen aus unſern Büchern, daß wir, ich und alle, die dieſes Land bewohnen, hier nicht unſern Urſprung haben, ſondern als Fremde ſehr weit hergekommen ſind. Wir wiſſen auch, daß der Anführer unſerer Voreltern auf eine Zeitlang in ſein erſtes Vaterland zurückgegangen, und wieder gekommen iſt, um die, welche ſich hier niedergelaſſen hatten, zu beſuchen. Er fand ſie mit den Weibern dieſes Landes verheirathet, mit einer zahlreichen Nachkommenſchaft und in Städten wohnend, die ſie erbaut hatten. Die Unſrigen wollten ihrem alten Herrn nicht mehr gehorchen, und ſo kehrte er allein zurück. Wir haben immer geglaubt, daß ſeine Nachkommen einſt wieder von dieſem Lande Beſitz nehmen würden. Bedenke ich alſo, daß Ihr daher kommt, wo die Sonne aufgeht, und daß wir Euch, wie Ihr verſichert, bekannt ſind, ſo kann ich nicht zweifeln, daß der König, der Euch geſandt hat, unſer natürlicher Herr ſei.“

Durch dieſe Umſtände unterſtützt, hatten die Miſſionäre leichtes Spiel, ſie duldeten nicht nur, ſondern unterſtützten ſogar in gewiſſem Grade die Durcheinandermengung der indianiſchen Traditionen mit den chriſtlichen Ideen, überredeten die Mexicaner, daß das Evangelium vor alter Zeit ſchon in Amerika gepredigt worden ſei, und ſuchten ſeine Spuren im aztekiſchen Ritus auf.

Trotz des leichten Uebergangs zum Chriſtenthum iſt nach Humboldt die Bekehrung der Indianer nur eine äußerliche, und dieſelben kennen von der Religion auch nur die äußeren Formen des Cultus.

Die Indianer, welche gegenwärtig die Städte und das flache Land von Mexico bewohnen, ſind theils Nachkommen der alten Bauern, theils die Ueberreſte einiger vornehmen alten Familien, die ſtatt ſich mit den Spaniern zu verbinden, es vorzogen, mit eigener Hand das Land zu bebauen, das ihre Ahnen einſt durch ihre Vaſallen bearbeiten ließen. Dieſe verſchiedene Abſtammung war noch zu Humboldt's Zeit von politiſcher Bedeutung, da

die ſpaniſchen Geſetze zwiſchen tributpflichtigen Indianern und Adeligen oder Caziken unterſchieden. Die letzteren hatten die Vorrechte des caſtilianiſchen Adels, ohne jedoch davon beſondern andern Gewinn zu haben, als die Reſpectsbezeugungen der niedrigern Indianerklaſſen. Der indianiſche Adel war ſo ungebildet als das Volk, und trug in der Ausübung des Cazikenamtes mehr dazu bei, deſſen Lage zu verſchlimmern, als ſie zu verbeſſeren.

Als die Spanier Mexico eroberten, fanden ſie das Volk bereits im Zuſtande der tiefſten Erniedrigung und Armuth, den ſteten Begleitern des Despotismus und der Feudalherrſchaft. Der Kaiſer, die Fürſten, der Adel und der Clerus (die Teopixqui) beſaßen alles fruchtbare Land allein, die Statthalter der Provinzen erlaubten ſich ungeſtraft alle Gewaltthätigkeiten, der Bauer war unterdrückt. Die großen Straßen wimmelten von Bettlern und der Mangel an vierfüßigen Hausthieren zwang Tauſende von Indianern den Dienſt von Saumthieren zu verſehen. Durch die Eroberung wurde während des 16. und 17. Jahrhunderts der Zuſtand des untern Volkes noch bedauernswerther; man ſchleppte den Landmann zum Bergbau, ließ ihn das Gepäck der Soldaten nachtragen, und nahm ihm ſowohl liegendes als bewegliches Eigenthum. Die Familien der Eroberer (Conquiſtadoren) erhielten das Land als Lehen und der Indianer wurde vollkommen an die Scholle gebundener Sclave. Erſt im 18. Jahrhundert hat ſich dieſer Zuſtand etwas gebeſſert, weil nach dem Ausſterben der Conquiſtadoren-Familien die Lehen eingezogen wurden. Ebenſo wurde eine weitere drückende Einrichtung, die Repartimentos, aufgehoben. Nach dieſer ſchrieb der Corregidor von Zeit zu Zeit, beſonders aber bei dem Antritte ſeines Amtes den Verkauf von Waaren aus, welche die Indianer um einen von dem Corregidor beſtimmten Preis übernehmen mußten. Wenn nun dabei einen halbnackten Indianer irgend ein Toilettartikel oder ein ſonſt für ihn ganz unbrauchbarer Gegenſtand traf, ſo mußte er ihn nichtsdeſtoweniger kaufen. Hat ſich jedoch auch die Lage der Eingeborenen etwas gebeſſert, ſo lebt dennoch die große Mehrzahl davon in großem Elend; auf die unfruchtbaren Strecken verwieſen, von Hauſe aus, noch mehr aber in Folge ihrer politiſchen Stellung indolent, leben ſie in den Tag hinein. Nur ſelten findet man wohlhabende Indianer, doch haben jetzt einige auch einen für ihren Stand coloſſalen Reichthum.

Außer dem einen Mittelpunkte von Civiliſation in Mexico trafen die Spanier bei ihrer Ankunft in Amerika noch einen zweiten, den Staat der Inca's in Peru, die auf der Höhe der Andeskette von Quito bis weit in das jetzige Chili hinein einen großen Staat gegründet hatten. Die Inca's, deren erſter Manco-Capac, ein weißer Mann wie Quetzalcoatl, war, nann-

ten ſich Abkömmlinge der Sonne und hatten dort ein hierarchiſch-despotiſches Regierungsſyſtem eingeführt, das noch viel weiter ging als das zu Mexico. Die Glieder der jeweilig unterworfenen Stämme wurden unter die Dörfer der alten Provinzen vertheilt, mußten dort bleiben und die Landesſprache erlernen. Der Inca war ausſchließlicher Eigenthümer des Landes, welches er den Einzelnen jedesmal auf ein Jahr überließ; die Einwohner waren Leibeigene und über ſie wurde mit dem Boden, den ſie bewohnten, verfügt. Am Anfange des 16. Jahrhunderts unſrer Zeitrechnung, alſo um die Zeit der Entdeckung von Amerika, war der Staat im Verfallen, Erbfolgeſtreitigkeiten erſchütterten ihn und die von dem einen der Prätendenten herbeigerufenen Spanier unter Pizarro (1531) hatten leichtes Spiel, das morſche Reich umzuwerfen. Die Weißen wurden nun Herren des Landes, benahmen ſich aber gegen die Eingeborenen in einer Weiſe, welche ſogar genügte, ſie ihre früheren Leiden vergeſſen zu machen. Hier wie in Mexico erhielten die Conquiſtadoren ihre Lehen (Encomiendas), auch hier benützte der Corregidor die Repartimientos zur Plünderung der Rothen.

Ein drittes Civiliſationscentrum trafen die Spanier ebenfalls auf einer Hochebene, auf der von Bogota oder wie ſie jetzt heißt von Bolivia. Als ihr Anführer, der Atalantado Gonçalo Ximenez de Quexada, der Eroberer, 1537 vom Magdalenenſtrome heraufkam, war er von dem Unterſchiede überraſcht, den er zwiſchen dem Bildungszuſtande der Bergvölker und den wilden Horden traf, welche die heißen Gegenden von Tolu, Mahates und Santa Martha durchirrten. Dort fand er die Muyscas, Guanes, Muzos und Colimas in Gemeinden vertheilt, mit Landbau beſchäftigt und in Baumwolltücher gekleidet, während die Wilden der niedrig gelegenen Ebenen nackt, ohne Induſtrie und ohne Künſte waren. Auch in den Sagen von Bogota ſpielte ein weißer bärtiger Mann eine Hauptrolle. „In den älteſten Zeiten," leſen wir bei Humboldt[1], „ehe noch der Mond die Erde begleitete, erzählt die Mythologie der Muyscas- und Mozcasindianer, lebten die Bewohner des Plateaus von Bogota als Barbaren, nackt, ohne Ackerbau, ohne Geſetze, ohne Religion. Plötzlich erſchien aber ein Greis unter ihnen, welcher aus den Ebenen öſtlich der Cordilleren von Chingaſa kam, und von einer andern Race zu ſein ſchien, als der der Eingeborenen, indem er einen langen, ſtarken Bart trug. Er war unter drei verſchiedenen Namen bekannt, nämlich Bochica, Nemguetheba und Zuhé. Dieſer Greis lehrte die Menſchen gleich Manco-Capac, ſich zu bekleiden, Hütten zu bauen, die Erde zu be-

1) Vues des Cordillères p. 20.

arbeiten und ſich in Geſellſchaft zu vereinigen. Bei ſich hatte er eine Frau, welcher die Tradition gleichfalls drei Namen gibt, und zwar Chia, Yubecayguaya und Huythaca. Dieſes Weib, das außerordentlich ſchön, aber auch eben ſo boshaft war, arbeitete ihrem Manne in Allem, was er zum Glück der Menſchen unternahm, entgegen. Durch ihre Zauberkünſte machte ſie den Fluß Funzha anſchwellen, deſſen Waſſer das Thal von Bogota überſchwemmten. In dieſer Fluth kamen die meiſten Einwohner um, und nur einige retteten ſich auf die Spitze der benachbarten Gebirge. In ſeinem Zorn hierüber verjagte der Greis die ſchöne Huythaca weit von der Erde; ſie wurde zum Mond, der von da an unſern Planeten bei Nacht beleuchtet. Endlich zerriß Bochica, ſich der auf den Gebirgen umherirrenden Menſchen erbarmend, mit mächtiger Hand die Felſen, welche das Thal auf der Seite von Canoas und Tequendaua ſchließen, ließ die Waſſer des Sees von Funzha durch dieſe Oeffnung abfließen, vereinigte die Völker aufs neue im Thale von Bogota, baute Städte, führte die Anbetung der Sonne ein, ernannte Oberhäupter, unter welche er die geiſtliche und weltliche Macht vertheilte, und zog ſich am Ende zurück.“ Als ſich nämlich die verſchiedenen Stämme um die Obergewalt ſtritten, ſchlug Bochica vor, man ſolle als Zaque oder Souverän den ſeiner Gerechtigkeit und Weisheit wegen berühmten Huncahua wählen. Dieß geſchah und Huncahua regierte 250 Jahre und unterwarf ſich das Land von den Savanen San Juan de los Llanos bis zu den Bergen von Ozon. Bochica unterwarf ſich ſtrengen Büßungen und lebte 2000 Jahre (100 Muyscacycles). Er verſchwand auf geheimnißvolle Weiſe zu Ireca, öſtlich von Tunja, welche Stadt, einſt die volkreichſte, von Huncahua gegründet und Hunca genannt wurde, woraus die Spanier Tunja machten.

Die Regierungsform in Bogota war ähnlich der, wie ſie jetzt in Japan iſt. Während die Incas von Peru in ſich die höchſte geiſtliche und weltliche Gewalt vereinigten, wurden in Bogota von vier Stämmen die Hohenprieſter gewählt. Dieſe Nachfolger des Bochica ſollten ſeine Tugenden und ſeine Heiligkeit erben, Ireca war die heilige Stadt der Muyscas, wie Cholula der Azteken; dorthin wurde gewallfahrtet, während der weltliche Herrſcher zu Tunja reſidirte. Auch dieſer Staat konnte ſich gegen die eindringenden Spanier nicht halten, Ximenez de Quexada eroberte das Land; doch iſt die Geſchichte dieſes Theiles von Amerika durchaus noch nicht ſo aufgehellt, als zu wünſchen wäre.

Die Bewohner der Antillen, welche Columbus antraf, waren, wie auch die Einwohner von Nordamerika und die des niedrigen Theiles von

Südamerika, Wilde. Die Antillenbewohner sind jetzt verschwunden, die Verfolgungen, denen sie unter den Europäern ausgesetzt waren, haben sie vertilgt. Die Einwohner von Nordamerika haben sich vor den eindringenden Weißen immer mehr nach Westen und Norden zurückgezogen, und ihre Anzahl ist eine bedeutend geringere geworden. Die Wilden von Südamerika sind numerisch ebenfalls bedeutend geschwächt. So lange die Europäer sie kennen, hat ihr Culturzustand sich nicht wesentlich geändert; doch glaubt Humboldt[1] annehmen zu dürfen, daß sie und auch die Nordamerikaner früher etwas, wenn auch wenig höher gestanden seien als jetzt. Sie theilen sich in Stämme, die unter einander in fast beständiger Fehde liegen. Humboldt[2] zählt deren für den von ihm bereisten Theil von Südamerika über 200 auf.

Während seines Aufenthaltes in Amerika, namentlich in Mexico, hat Humboldt äußerst umfassende Forschungen über den Bildungszustand der alten Einwohner angestellt; die Resultate seiner Untersuchungen hierüber sind vorzugsweise in dem Essai politique sur le royaume de la Nouvelle Espagne und in den Vues des Cordillères enthalten.

Wenn auch die Bestrebungen sowohl der Gelehrten der neueren Zeit, als auch verschiedener anderer Männer, die seit drei Jahrhunderten Amerika besuchten und über die Ergebnisse ihrer Reisen Bericht erstatteten, nicht ohne Frucht gewesen sind, so ist doch leider allem Anschein nach kaum eine Hoffnung vorhanden, die vielen dunkeln Stellen in der früheren Geschichte von Mexico aufzuhellen, da zwei große Unglücksschläge die Quellen, aus denen man Licht schöpfen könnte, bis auf ein Minimum verringert haben. Der erste derselben ist der Umstand, daß der Bischof Zumaraga, vom Franziskanerorden, in seinem Eifer, die christliche Religion auszubreiten, um den Indianern die Erinnerung an die Vergangenheit zu nehmen, alles zu zerstören unternahm, was auf die Geschichte, Alterthümer und Gottesdienst der Eingeborenen Bezug hatte. Was Zumaraga entging, sammelte im vorigen Jahrhundert der mailändische Ritter Boturini Benaducci, welcher eigens zu dem Zwecke nach Amerika kam, um die mexicanischen Alterthümer zu studiren. Als er das Land bereiste und die Monumente untersuchte, war er so unglücklich, das Mißtrauen der Regierung rege zu machen. Man beraubte ihn aller seiner Sammlungen und führte ihn 1736 als Staatsgefangenen nach Spanien. Dort erklärte ihn der König allerdings für un-

1) Rel. hist. III. 175.
2) Rel. hist III. 173.

ſchuldig, aber ſeine Sammlungen wurden in den mexicaniſchen Archiven ſo ſchlecht verwahrt, daß nicht mehr der achte Theil derſelben vorhanden iſt. Humboldt glaubt übrigens, daß trotz dieſer beiden Unglücksfälle noch einiges Material in Amerika ſein könne; um dieſes aber zu bekommen, müſſe ein Reiſender die indianiſche Sprache verſtehen und ſich das Vertrauen der Eingeborenen zu gewinnen wiſſen, was bei deren ſcheuer Zurückhaltung keine leichte Sache ſei.

Unter den Mitteln, welche in Beziehung auf die Cultur eines Volkes großen Einfluß üben, muß ſicherlich die Art und Weiſe, wie man es verſteht, durch ſinnliche Darſtellungen in einem Menſchen beabſichtigte Ideen zu erwecken, das was wir mit Schreiben erreichen, eine hervorragende Rolle ſpielen.

Die Schreibkunſt iſt nicht, der Minerva gleich, vollkommen ausgebildet dem Hirne eines einzigen Menſchen entſprungen. Man kann wohl in den Büchern leſen, der Phönizier Taut habe die Buchſtaben erfunden, allein dieſe Erzählung, die übrigens wenig verbürgt iſt, dürfte ſich im höchſten Falle auf eine Verbeſſerung des bisherigen Verfahrens beſchränken.

Ueberlegt man die Art und Weiſe, in welcher wohl in früheſter Zeit ein Menſch einem andern die Mittheilung irgend einer Thatſache gemacht haben kann, ſo muß man auf die bildliche Darſtellung des Ereigniſſes als das nächſtliegende Mittel verfallen. Die Darſtellung zweier mit einander ringender Menſchen, eines brennenden Hauſes u. ſ. w. muß jeden Beſchauer auf den Gedanken bringen, daß hier von einem Kampfe, von einem Brande die Rede ſein müſſe. Setzt man ſo von einer Reihe von Begebenheiten die merkwürdigeren nach einander hin, ſo kann man dazu gelangen, eine ganze Geſchichte zu erzählen. Es iſt dabei eine fortlaufende Darſtellung gar nicht nöthig, wie auch in unſern Schauſpielen ſehr häufig in den einzelnen Acten nur die Hauptmomente einer Geſchichte gegeben werden, und es dem Zuſchauer überlaſſen bleibt, den Zuſammenhang der einzelnen Acte ſelbſt zu denken. Da nicht jeder Menſch Maler ſein kann, und die bildliche Darſtellung eines Objectes möglicherweiſe ſehr ſchwierig iſt, muß es bei einer größeren Verbreitung der Darſtellungsmethode dazu kommen, daß man einzelne Figuren auswählt, die conventionell dieſes oder jenes zu bedeuten haben, und auf dieſe Weiſe iſt vor uralter Zeit die Hieroglyphenſchrift entſtanden. Es bedeutet z. B. die Zeichnung einer Pyramide die Stadt Memphis. Machte man nun die Contouren eines Mannes hin, und ſetzte zwiſchen dieſe und die Pyramide die Umriſſe von ein paar Füßen, ſo wußte man, daß der Mann zu gehen hatte; ob von Memphis weg oder ob dorthin, erkannte man an der

Stellung der Füße. War es ein Mann von Anſehen, ſo gab man ihm einen Stock in die Hand, einen Sclaven konnte man mit einer Kette verſehen.

Einen Schritt weiter mußte die Darſtellungskunſt machen, als man conventionell irgend ein Zeichen annahm, welches dieſen oder jenen Gegenſtand vorſtellen ſollte. Hätte man z. B., um bei obigem Beiſpiele ſtehen zu bleiben, feſtgeſetzt, daß ein verticaler Strich einen Mann, ein horizontaler die Stadt Memphis und ein ſchräger das Gehen bezeichnen ſoll, ſo könnte man durch die Zeichnung | / — oder | \ — angeben, daß ein Mann nach oder von Memphis weggehe. Das Zeichen ♄, das wir in unſern Kalendern haben, bedeutet einen Mann mit einer Senſe (Saturn), das Zeichen ♃ dagegen ſtellt einen Mann mit einem Scepter (Jupiter) vor. Wir haben eine ähnliche Einrichtung in unſern Ziffern. Anſtatt z. B. die Zahl Neun durch ſo viele Punkte anzugeben, als wir Einheiten anzeigen wollen, machen wir einfach das Zeichen 9. Man kann nun eine Gruppirungsweiſe, einen Schlüſſel, feſtſtellen, nach der man die Zeichen verknüpft, um die verſchiedenſten Nebenbegriffe damit zu verbinden. So kann bei den Ziffern das Zeichen 1 je nach der Verbindung mit andern die Zahl 1, 10, 100 u. ſ. w. vorſtellen. So ſollen die Chineſen 80,000 verſchiedene Zeichen haben, die mit Hülfe von 214 Schlüſſeln gelöſt werden können und mit denen ſie für ihre Sprache ausreichen. Da nicht jeder Menſch alle 214 Schlüſſel lernt, können auch die einzelnen Chineſen nicht alle ihre Schriften leſen; der Schuhmacher kennt aber den Schlüſſel ſeines Handwerks, und lieſt alles was daſſelbe anbelangt.

Alle dieſe Darſtellungsarten bezwecken einzig und allein durch die Art der Zeichnung auf das Auge des Betrachters in der Weiſe zu wirken, daß in ihm irgend ein Gedanke rege wird; ſie ſind daher unabhängig von deſſen Sprache. Die oben angegebenen Zeichen: Ein Mann geht nach Memphis, kann man leſen, ſowie man weiß, was der horizontale, der verticale Strich u. ſ. w. bedeuten. Ebenſo geht es mit den Ziffern. Wer die Zeichen kennt und den Schlüſſel in Beziehung auf die Stellung weiß, braucht die Sprache des Schreibers nicht zu verſtehen und er weiß, wie viele Einheiten derſelbe meint. Man nennt dieſe Zeichen *ſymboliſche*.

Ihnen gegenüber ſtehen die *phonetiſchen* Zeichen, die in gewiſſer Beziehung auf das Ohr des Leſenden wirken. Wenn man z. B. die Worte: Eichhorn, Falkenſtein, Lindau, Augsburg durch Zeichen ausdrücken wollte, ſo wäre bei dem erſten derſelben das Zeichen oder die Abbildung einer Eiche mit der eines Hornes zu verbinden. Ein Deutſcher, der dieſe Zeichen

lieſt, würde auf das Wort Eichhorn kommen, ein Franzoſe oder ein Ruſſe gewiß nicht.

Die Nothwendigkeit, gelegentlich auch Namen durch Zeichen ausdrücken zu müſſen, hat ſchon bei den alten Aegyptiern darauf geführt, in der Wahl der Zeichen auch auf den Klang des Namens Rückſicht zu nehmen, und das zu beachten, was die einzelnen Theile des Namens oder der ganze Name in der Sprache des Schreibenden bedeuten. Der Umſtand, daß bei wilden oder im Zuſtande der erſten Entwicklung befindlichen Völkern die meiſten Namen auch nebenbei etwas bedeuten (man vergleiche die alten deutſchen Familien- und Städtenamen), haben dieſe Vorſtellungsweiſe ſehr erleichtert. Die ſogenannten ſprechenden Wappen, deren Figuren ſich auf den Namen beziehen, z. B. das Wappen von München (ein Mönchlein), dann die heutzutage ſo häufig vorkommenden Rebus ſind Anwendungen dieſes Syſtemes.

So lange ein Volk abgeſondert von allen übrigen bleibt, werden ſich auch ſeine Namen nicht ſehr viel ändern, wenn aber einmal der Verkehr mit den Fremden eintritt, ſo miſchen ſich auch bald fremde Namen ein. So würde es bei vielen unſrer Taufnamen ſchwer ſein, ſie etwa ſo zu zerlegen, wie man Lindau u. ſ. w. bezeichnen kann. Aus dieſem Grunde hat man ſich ſchon frühe genöthigt geſehen, ſeine Zuflucht zu einem andern Mittel zu nehmen. Man zerlegte die zu beſtimmenden Namen in verſchiedene Töne, und ſuchte für jeden derſelben ein beſonderes Zeichen. Meiſtens nahm man hiezu die Zeichen von Thieren u. ſ. w., deren Benennung mit demſelben Laute begann, wie der fragliche Ton verlangte. Dadurch kam z. B. im Hebräiſchen für den Laut A das Zeichen des Stieres in Gebrauch, weil deſſen Name mit A (Aleph א) beginnt, B (Bet ב) Haus, G (Gimel ג) Kameel u. ſ. w. Eine Anwendung einzelner Zeichen für die verſchiedenen in einem Worte vorkommenden Laute findet man ſchon in den Hieroglyphen, wenigſtens in denen der ſpäteren Zeiten, und dieſem Umſtande iſt es auch vorzugsweiſe zu danken, daß es in neuerer Zeit (Young, Champollion u. ſ. w.) gelungen iſt, die Hieroglyphen zu entziffern. Man fand nämlich am Anfange dieſes Jahrhunderts zu Roſette in Oberägypten einen Stein mit einer Inſchrift, worin angegeben war, daß dem König Ptolemäus gewiſſe Ehrenbezeugungen dargebracht worden ſeien, und daß man die Nachricht von dieſer Thatſache in hieroglyphiſcher, demotiſcher und griechiſcher Schrift der Nachwelt übergeben wolle. Die Inſchrift enthielt eine Anzahl von Eigennamen, wie Ptolemäus, die, weil ſie nicht von ägyptiſchem Urſprung waren, in der dortigen Sprache nichts bedeuteten, und hieroglyphiſch nicht in der oben erwähnten Weiſe ausgedrückt werden konnten. Eine genaue Vergleichung zeigte,

daß allemal an einem der Stelle, welche in der griechiſchen Schrift einen Eigennamen enthielt, entſprechenden Orte der Hieroglyphen eine größere Anzahl von Zeichen eingeklammert war. Dieſes und der Umſtand, daß man beide Inſchriften vergleichen konnte, haben dann die Möglichkeit geboten, die Hieroglyphen zu leſen.

Das Beſtreben, das eben angeführte Prineip nicht nur auf die Namen, ſondern auf die Geſammtheit deſſen, was man darſtellen will, anzuwenden, hat endlich die phonetiſche Schreibweiſe in's Leben gerufen, deren wir uns jetzt bedienen. Man zerlegte die in den verſchiedenen Sprachen vorkommenden Worte in Töne und gab jedem derſelben ein beſonderes Zeichen, die bei dem Schreiben nach Bedürfniß hinter einander geſetzt werden. Dieſe Methode empfiehlt ſich durch ihre Einfachheit, und ſie hat darum auch die größte Verbreitung finden können; dagegen hat ſie gegenüber der ſymboliſchen Schreibweiſe, welche letztere von der Sprache ganz unabhängig iſt, den Nachtheil, daß eine Schrift nur von dem geleſen werden kann, der die Sprache, in der ſie abgefaßt iſt, verſteht. Die beiden Schreibweiſen verhalten ſich zu einander wie die Pantomime zu dem Worte, während die Taubſtummenſprache, die zum größten Theile aus in allen Sprachen verſtändlichen Geberden beſteht, für den Reſt aber den einzelnen Buchſtaben entſprechende Zeichen zu Hülfe nimmt, die Stelle der gemiſchten Schrift einnimmt.

Die Peruaner bedienten ſich zur Zeit der Entdeckung von Amerika einer von den vorſtehenden ganz verſchiedenen Art der Darſtellung; ſie hatten mehrfarbige Fäden, die Quippu's, in denen ſie verſchiedenartige Knoten anbrachten und die dann die Stelle einer Schrift vertraten. Soviel mir bekannt, iſt die Kunſt die Quippu's zu entziffern ganz verloren gegangen. Nach Humboldt[1] hatten auch die Völker von Anahuac vor Einführung der Hieroglyphen Quippu's (hier Nepohualtzitzin genannt), von denen noch Boturini ächte gehabt haben ſoll, auch waren dieſe Quippu's in ſehr alten Zeiten bei den Chineſen im Gebrauche. Unſer Forſcher erörtert in demſelben Kapitel die Frage, ob in Amerika ſchon vor der Entdeckung durch Columbus phonetiſche Zeichen üblich waren, und verneint dieſelbe dann. Es waren zwar Court de Gabelin und Dr. Stiles der Anſicht, es ſei eine phöniziſche, alſo phonetiſche, Inſchrift gefunden worden; doch widerſpricht Humboldt. Man hatte nämlich auf einem Felſen bei Dighton, 12 Meilen ſüdlich von Boſton, eine Inſchrift entdeckt, die für phöniziſch angeſehen wurde. Die Eingeborenen daſelbſt hatten eine alte Ueberlieferung, der zufolge

1) Vues des Cordillères 69.

Fremde, die in hölzernen Häusern schifften, den Fluß Taunton hinaufgefahren seien. Nachdem diese Fremden die rothen Menschen besiegt, gruben sie Züge in den Felsen, die heutzutage von dem Wasser des Flusses bedeckt sind. Humboldt sagt, daß die Abbildungen dieser Züge ganz denen ähnlich seien, die man in Norwegen und andern scandinavischen Ländern vielfach sehe. Dieser Aeußerung zufolge wäre anzunehmen, daß diese Zeichen Runen seien, die dann wahrscheinlich von der Zeit der ersten Entdeckung Amerika's durch die Normänner herrühren würden. Andere noch weniger verbürgte Nachrichten, die Humboldt erwähnt, will ich übergehen.

Außer einigen Darstellungen von Sonne, Mond und Sternen nebst einigen andern Zeichen im Orinoco und Sonnendarstellungen in Peru, fand Humboldt ächte, nach einem bestimmten Systeme gearbeitete Hieroglyphen in Mexico, die ihm zufolge bei den alten Einwohnern in hohem Grade im Gebrauche waren. Er findet einen Unterschied der mexicanischen Hieroglyphen von den ägyptischen darin, daß erstere mehr individualisirten, während letztere auch allgemeine Sätze ausdrücken konnten. So sagt er:[1] „Die berühmte Inschrift von Theben, welche Plutarch und Clemens von Alexandrien anführen, und die einzige[2], deren Erklärung auf uns gekommen ist, drückte in den Hieroglyphen eines Kindes, eines Greisen, eines Geiers, eines Fisches und eines Nilpferdes, folgende Sentenz aus: Ihr, die ihr geboren seid, und sterben müßt, wisset, daß der Ewige die Unverschämtheit verabscheut. — Um dieselbe Idee auszudrücken, würde ein Mexicaner den großen Geist, Teotl, dargestellt haben, wie er einen Verbrecher von sich jagt; gewisse Charaktere, die er über die beiden Köpfe gesetzt hätte, würden hinreichend gewesen sein, das Alter des Kindes und des Greisen anzuzeigen; er hätte die Handlung individualisirt; aber der Styl seiner Hieroglyphenmalerei würde ihm kein Mittel geboten haben, dieses Gefühl von Haß und Rache im Allgemeinen auszudrücken."

Die aztekischen Völkerschaften hatten Hieroglyphen für Wasser, Erde, Luft, Wind, Tag, Nacht, Mitternacht, Wort und Bewegung; sie hatten solche für die Zahlen, die Tage und Monate des Sonnenjahrs, und die Zeichen gaben, wenn sie dem Gemälde einer Begebenheit beigesetzt wurden, auf eine sehr scharfsinnige Weise an, ob die Handlung bei Tag oder bei Nacht vorgegangen war, welches Alter die Personen hatten, und welche von ihnen am meisten geredet hatte. Für die Namen findet man bei den Mexicanern

1) Vues des Cordillères 63.

2) Damals war die Entzifferung der Hieroglyphen noch unbekannt.

auch phonetiſche Zeichen. Die wörtliche Ueberſetzung von Axajacatl iſt Waſſergeſicht, für Ilhuicamina, Pfeil, der den Himmel durchdringt. Um daher die Könige Ilhuicamina und Axajacatl darzuſtellen, verband der Maler die Hieroglyphen des Waſſers und des Himmels mit der Figur eines Kopfes und eines Pfeils. Die Namen der Städte Macuilxochitl, Quautinchan und Tehuilojocean bedeuten: fünf Blumen, Haus des Adlers und Ort der Spiegel, und um dieſe drei Städte anzuzeigen, malte man eine Blume, die auf fünf Punkten ſtand, ein Haus, aus welchem ein Adlerskopf hervorragte und einen Spiegel von Obſidian.

Humboldt[1] macht auch auf die künſtleriſche Ausführung der Hieroglyphen aufmerkſam.

Man erblickt in den mexicaniſchen Gemälden ungeheuer große Köpfe, unmäßig dicke Körper und Füße, die durch die Länge der Zehen den Vogelkrallen ähnlich ſind. Die Köpfe ſind immer im Profil gezeichnet, aber das Auge iſt ſo geſtellt, als ob man die Figur von vorn anſehe.

„Trotz der großen Unvollkommenheit ihrer Hieroglyphenmalerei," ſagt Humboldt, „erſetzte den Mexicanern der Gebrauch dieſer Malereien indeß doch den Mangel an Büchern, Handſchriften und alphabetiſchen Charakteren; zu Montezuma's Zeiten waren viele tauſend Menſchen mit Malen beſchäftigt, indem ſie entweder ganz neue Gemälde anfertigten, oder ſchon vorhandene copirten. Ohne Zweifel trug die Leichtigkeit, womit man das Papier aus Mangney- (Agave) Blättern machte, mit zum häufigen Gebrauche der Malerei bei. Das Papierſchilf (Cyperus papyrus) gedeiht auf dem alten Continente nur an feuchten, gemäßigten Orten; die Mangney dagegen wächſt in den Ebenen und auf den höchſten Gebirgen, in den heißeſten Gegenden der Erde, ſowie auf den Plateau's, wo das Thermometer bis auf den Gefrierpunkt fällt, gleich gut. Von den mexicaniſchen Handſchriften (Codices mexicani), welche ſich erhalten haben, ſind einige auf Hirſchhäute, andere auf baumwollenes Tuch und auf Mangneypapier gemalt. Sehr wahrſcheinlich ging der Gebrauch der gegerbten völlig zubereiteten Häute bei den Amerikanern wie bei den Griechen und andern Völkern des alten Continents dem des Papieres voran; wenigſtens ſcheinen die Tolteken die Hieroglyphenmalerei bereits in der früheren Epoche angewendet zu haben, als ſie noch die nördlichen Provinzen bewohnten, deren Klima den Anbau der Agave nicht geſtattet."

1) Vues des Cordillères 67.

„Bei den Völkern von Mexico waren die Figuren und ſymboliſchen Charaktere nicht auf beſondern Blättern angebracht. Was auch immer der Stoff war, aus dem ſie beſtanden, ſo hatten ſie doch ſelten die Beſtimmung, Rollen zu bilden, ſondern man faltete ſie beinahe immer im Zickzack auf ganz beſondere Weiſe, etwa ſo, wie das Papier an unſern Fächern. Zwei Täfelchen von leichtem Holz waren an die Enden geklebt und zwar das eine unten, das andere oben, ſo daß das Ganze, wenn es zuſammengeſchlagen war, die vollkommenſte Aehnlichkeit mit unſern gebundenen Büchern hatte. Aus dieſer Art von Einband erſieht man, daß man, wenn eine mexicaniſche Handſchrift wie unſre Bücher geöffnet wird, zugleich nur die Hälfte der Charaktere, nämlich diejenigen ſehen kann, die auf derſelben Seite der Haut oder des Mangueypapieres ſtehen. Um alle Blattſeiten zu durchgehen, (wenn man anders die verſchiedenen Falten eines Streifens, der oft 12—15 Meter lang iſt, Blattſeiten nennen darf) muß man die ganze Handſchrift einmal von der linken nach der rechten und ein zweitesmal von der rechten nach der linken Seite ausbreiten. In dieſer Rückſicht haben die mexicaniſchen Malereien die größte Aehnlichkeit mit den ſiameſiſchen Handſchriften auf der kaiſerlichen Bibliothek zu Paris, welche gleichfalls zickzack gefaltet ſind."

Den Unterſuchungen Humboldt's zufolge ſind in Europa nur ſechs Sammlungen mexicaniſcher Hieroglyphen, nämlich die vom Escurial, die in Bologna, Veletri, Rom, Wien und Berlin. Dieſe geben Kunde theils über Zeitrechnung, theils über kirchliche Gebräuche und Geſchichte der Mexicaner. Die Zeitrechnung war eine ſehr einfache und dabei ſehr genaue. Das bürgerliche Jahr, das um die Zeit der Winterſonnwende begann, war ein Sonnenjahr zu 365 Tagen; es war in 18 Monate mit je 20 Tagen eingetheilt, hinter denen dann, wie im neufranzöſiſchen Kalender, 5 Schalttage kamen. Wer an einem dieſer 5 Schalttage geboren wurde, konnte ſich ſein ganzes Leben hindurch als Unglückskind betrachten. Die Monate hatten noch wochenähnliche Eintheilungen zu 5 Tagen, an dem einzelnen Tage unterſchied man 8 gleiche Theile. Dreizehn Jahre zu 365 Tagen gaben einen kleinen Cyclus, viermal 13, d. i. 52 Jahre, einen großen, an deſſen Ende 13 Tage eingeſchaltet wurden.

Humboldt erwähnt, daß nach Gama nach dem Ende eines 52jährigen Cyclus nur 12½ Tage eingeſchaltet worden ſeien, ſo daß in dem einen alle Jahre in der Nacht, im andern am Tage begannen, was noch genauer wäre. In dieſem Falle kämen in 408 Jahren 100 Schalttage zweiter Ordnung, die alſo unſern Schalttagen entſprechen, zum Vorſchein, während unſer gregorianiſches Jahr deren in 400 Jahren 97, in 408 Jahren

alſo faſt ganz 99 hat und das (ungenauere) Jahr des julianiſchen Kalenders in 408 Jahren 102 bekommt. Der Schluß einer 52jährigen Periode war für Mexico ſtets eine ſehr kritiſche Zeit, da man jedesmal fürchtete, es möge um dieſe Zeit die Sonne nicht mehr aufgehen und die Erde ein Tummelplatz böſer Geiſter werden, die die Menſchheit vernichten. Man dachte ſich eine Art Untergang der Welt, man glaubte, die Frauen würden ſich bei dieſer Gelegenheit in Tiger verwandeln und den böſen Geiſtern beiſtehen, und darum wurden dieſelben um dieſe Zeit ſorgfältig eingeſperrt. Alle Feuer wurden ausgelöſcht. In den letzten Tagen zog die Prieſterſchaft mit allen Götzen auf den Berg Huizachtecatl; dort wurde ein Menſch geopfert, in ſeine Bruſtwunde ein Holz geſteckt, ein anderes Holz durch Reiben daran entzündet. Mit dem Gelingen dieſes Experimentes begann auch die Hoffnung auf eine weitere Friſt von 52 Jahren wieder aufzuleben; man zündete mit dem Feuer einen Scheiterhaufen an, deſſen Flammen man in großer Entfernung ſehen konnte, und ſtationsweiſe trugen Boten das neue Feuer im Lande herum.

Neben der bürgerlichen Zeitrechnung gab es in Mexico noch eine kirchliche, in der kleinere Perioden von 13 Tagen eine Hauptrolle ſpielten. Nach je 13 Jahren ſtimmten beide Kalender wieder zuſammen, die Einſchaltung am Ende eines 52jährigen Cyclus betrug eine Kirchenperiode und außerdem gaben 260 Tage 20 Kirchenperioden und 52 bürgerliche Viertelsmonate zu 5 Tagen. Dadurch wurden die Zahlen 5, 13, 20 und 52 für die Mexicaner beſonders bedeutungsvoll.

Nach den Ueberlieferungen und Hieroglyphen[1] der Mexicaner hatte die Erde von Zeit zu Zeit Kataſtrophen durchzumachen, die namentlich für die Menſchen ſehr verderblich waren, da dieſe jedesmal faſt ganz von der Erde vertilgt wurden, denn es rettete ſich von ihnen nur ein einziges Paar, je nach Umſtänden in einer Höhle oder in einem Baumſtamme, während die übrigen theils umgebracht, theils in Vögel, Affen oder Fiſche verwandelt wurden. Hiezu trugen theils elementare Ereigniſſe, theils böſe Geiſter, theils in Tiger verwandelte Frauen bei. Jedesmal erloſch hiebei die Sonne, und nach wiederhergeſtellter Ruhe nahm eine neue Sonne den Platz der alten ein. Zur Zeit der Entdeckung von Amerika regierte bereits die vierte Sonne, die 752 unſrer Zeitrechnung erſchien; man zählte alſo das vierte Zeitalter der Erde. Da die früheren Kataſtrophen alle am Ende eines 52jährigen Cyclus eingetreten waren, glaubte man, es werde auch das nächſtemal der

1) Humboldt, Vues des Cordillères 204 u. ff.

Termin eingehalten, und darum war auch das Ende jeder dieſer Perioden, wie oben angegeben, von ſo großer Bedeutung. Die mexicaniſche Eva wurde als eine Frau mit einer Schlange abgebildet.

Bei den Muyscas in Bolivia waren Tag und Nacht in je 2 Theile geſondert; dann hatten ſie eine Art von Wochen zu 3 Tagen, größere Perioden zu 4 Wochen und zweierlei Jahre, das bürgerliche zu 20 Monaten (à 12 Tagen), das kirchliche zu 37. Zwanzig kirchliche oder 37 bürgerliche Jahre machten einen Cyclus. Nebenbei war noch ein Bauernjahr üblich, das ſich nach den Regenzeiten richtete.

Die großen Bauwerke der Mexicaner waren Pyramiden (Teocallis), von denen einige, wie z. B. die große Pyramide von Cholula, ſchon aus der voraztekiſchen Zeit ſtammen. „Dieſe Gebäude," ſagt Humboldt[1], „obſchon von ſehr verſchiedener Größe, hatten doch alle einerlei Form, ſie waren Pyramiden von mehreren Abſätzen, deren Seiten ſich genau nach der Mittags- und der Parallellinie des Ortes richteten. Der Teocalli erhob ſich mitten auf einem viereckigen, mit einer Mauer eingefaßten Raum, der mit dem Peripolos der Griechen verglichen werden kann, und Gärten, Springbrunnen, die Wohnungen der Prieſter und manchmal auch Waffenmagazine einſchloß, indem jeder mexicaniſche Göttertempel ein feſter Ort war, wie der des Baal Berich, welcher von Abimelech verbrannt wurde. Eine große Treppe führte auf den Gipfel der abgeſtumpften Pyramide. Oben auf dieſer Plattform ſtanden eine oder zwei thurmartige Kapellen, in denen die coloſſalen Bildſäulen der Gottheit, welcher der Teocalli gewidmet war, aufgeſtellt wurden. Dieſen Theil des Gebäudes muß man als den weſentlichſten anſehen; es iſt der Naos oder vielmehr der Secos der griechiſchen Tempel. Hier war es auch, wo die Prieſter das heilige Feuer unterhielten. Wegen der beſondern Form des Gebäudes konnte der opfernde Prieſter von einer großen Menge Menſchen geſehen und die Proceſſion der Tropixqui (Prieſter) die Treppen auf- oder niederſtiegen, von Weitem wahrgenommen werden. Das Innere des Gebäudes diente zum Begräbnißort der Könige und der angeſehenſten Mexicaner."

„Unmöglich kann man die Beſchreibungen Herodot's und Diodor's von Sicilien von dem Tempel des Jupiter Belus leſen, ohne die Aehnlichkeit dieſes babyloniſchen Monuments mit den Teocalli's von Anahuac auffallend zu finden."

---

1) Vues des Cordillères 24.

Nicht blos im alten Anahuac findet man Gebäude, die auf eine frühere Cultur schließen lassen; auch die nördlichen Provinzen von Mexico und die Vereinigten Staaten besitzen deren in großer Anzahl, obwohl die in der Nähe wohnenden Indianer nicht zur Annahme berechtigen, als hätten sie oder ihre Vorfahren dazu beigetragen. Man findet Denkmale, die an die Pyramiden von Anahuac erinnern, sowie auch andere, die keine Verwandtschaft mit den Aztekengebäuden haben. Es ist allen Anzeichen nach wahrscheinlich, daß in früherer Zeit der Norden von Amerika oder doch Theile desselben in einem höheren Culturzustande gewesen seien, als die Europäer bei der Entdeckung von Amerika ihn trafen; aber jetzt noch mit einiger Sicherheit ausmitteln zu wollen, welche Ereignisse jene alte Civilisation getroffen und zerstört haben, welche Wanderungen der einzelnen Völker und Stämme dort stattgefunden haben, das wird wohl stets eine ungelöste Aufgabe bleiben.

Humboldt, dessen im Essai polit. d. Nouv. Esp. ausgesprochene Ansicht über die Wanderungen der alten Stämme ich oben angedeutet habe, kommt in der Rel. hist. III. Note A. des Cap. 26. wiederholt auf diese Frage zurück und prüft sowohl die Notizen der verschiedenen amerikanischen Forscher über dortige Baudenkmale, als auch die große Anzahl von Hypothesen über den Ursprung der alten Völker. In Beziehung auf die mexicanischen Völker sagt er S. 158: „Wohin soll man diese Metropole der Colonieen von Anahuac verlegen, diese officina gentium, welche 5 Jahrhunderte hindurch Stämme südwärts schickt, die sich verstehen, sich als Verwandte betrachten? Asien nördlich vom Amur, da, wo es Amerika am nächsten liegt, ist ein barbarisches Land, und nimmt man (was geographisch möglich ist) eine Wanderung von Südasien über Japan, Tarakay, die Kurilen und Aleuten von Südwest nach Nordost (von 40°—55° B.) an, wie soll man glauben, daß bei einer so langen, so leicht zu unterbrechenden Wanderung die Erinnerung an die Einrichtungen der Metropole sich so lebhaft und frisch erhalten konnten? Die cosmogonischen Mythen, Pyramiden, Kalender u. s. w., alles weist auf Asien hin, während die Frische der Erinnerungen, die Eigenthümlichkeiten, welche in anderer Beziehung die mexicanische Bildung zeigt, darauf hindeuten, daß zwischen 36° und 42° B. in Nordamerika ein altes Reich existirte. Man kann die kriegerischen Denkmale in den Vereinigten Staaten nicht untersuchen, ohne an das erste Vaterland der civilisirten Völkerschaften von Mexico zu denken."

Unser Gelehrter ist nicht abgeneigt, diesen alten Stammsitz in den Alleghanies zu suchen, wo nach Heckwalder noch im 16. Jahrhundert ein

Volk wohnte, das in Städten lebte, und an Bildung allen Stämmen Nordamerika's weit überlegen war.

Dieſe Alleghanier, von denen auch das Gebirge ſeinen Namen hat, wurden von den Lenni-Lenapen (Delawaren), die von Weſten kamen und ſich mit den Mengwis (Irokeſen) verbunden hatten, geſchlagen: als ſie gegen Süden flohen, ſammelten ſie nach jeder Schlacht die Leichen ihrer Verwandten in Tumulis, dann gingen ſie gegen den Miſſiſſippi und man weiß nicht, was aus ihnen geworden iſt.

Ein Gegenſtand lebhafter Meinungsverſchiedenheit iſt in neuerer Zeit die Frage, ob das gegenwärtige Menſchengeſchlecht von Einem Paare abſtammen könne, ſo daß die Verſchiedenheiten, die man jetzt wahrnimmt, nur als die Folge äußerer Einflüſſe zu betrachten ſind, oder ob unter Zugrundelegung mehrerer urſprünglichen Paare die Verſchiedenheit ſchon in der Natur der Sache begründet ſei. Es dürfte intereſſant ſein, die Anſicht Humboldt's hierüber, ſowie über die amerikaniſche Race insbeſondere zu kennen. Er ſagt[1]: „Die Stämme Amerika's bilden, mit Ausnahme der Anwohner des Polarkreiſes, eine einzige Race, die ſich durch Schädelbildung, Hautfarbe, dünnen Bart und ſchlichte Haare auszeichnet. Die amerikaniſche Race ſteht in ſehr merkbaren Beziehungen mit den mongoliſchen Völkern, zu denen die einſt unter dem Namen der Hunnen bekannten Abkömmlinge der Hiong-nu, die Kalmuken und Buräten gehören. Neuere Unterſuchungen haben ſogar gezeigt, daß nicht nur die Bewohner von Unalaska, ſondern auch mehrere ſüdamerikaniſche Völkerſchaften, durch die Bildung ihrer Schädelknochen einen Uebergang von der amerikaniſchen zu der mongoliſchen Race bilden. Hat man dereinſt die dunkeln Männer von Afrika und das Gewirre von Stämmen, welche das Innere und den Nordoſten von Aſien inne haben, und welche von ſyſtematiſchen Reiſenden mit den Namen der Tartaren und Tſchuden bezeichnet werden, näher unterſucht, ſo werden die Racen des Kaukaſiers, Mongolen, Amerikaners, Malayen und Negers weniger iſolirt daſtehen und man wird in der großen Familie des Menſchengeſchlechtes einen einzigen Typus erkennen, der nur modificirt iſt durch Umſtände, welche vielleicht für immer verborgen bleiben werden."

„Wenn die Sprache auch nur ſchwach auf die alte Communication zwiſchen der alten und neuen Welt hinweiſt, ſo zeigt ſich doch dieſe Verbindung unzweifelhaft durch die Kosmogonien, Bauwerke, Hieroglyphen und Einrichtungen der aſiatiſchen und amerikaniſchen Stämme."

---

1) Vues des Cordillères, Introduction VII.

Im Kosmos[1] finden wir die Stelle: „Indem wir die Einheit des Menſchengeſchlechtes behaupten, widerſtreben wir auch jeder unerfreulichen Annahme von höheren und niederen Menſchenracen. Es gibt bildſamere, höher gebildete, durch geiſtige Cultur veredelte, aber keine edleren Volksſtämme. Alle ſind gleichmäßig zur Freiheit beſtimmt; zur Freiheit, welche in roheren Zuſtänden dem Einzelnen, in dem Staatenleben bei dem Genuß politiſcher Inſtitutionen der Geſammtheit als Berechtigung zukommt."

In dieſer Weiſe wußte der große Mann das Reſultat ſeiner gelehrten Unterſuchungen mit den Gefühlen ſeines edlen Herzens zu vereinen!

---

1) I. 385.

Dritter Abſchnitt.

Humboldt's vorgerückte Jahre.

1825 — 1859.

A. Seine Thätigkeit im Allgemeinen.

Während die Jünglingsjahre Humboldt's vorzugsweiſe den Eindruck machen, daß es dem ſtrebenden Manne zunächſt darum zu thun war, durch Zahl und Manchfaltigkeit ſeiner Beobachtungen den Schatz menſchlichen Wiſſens zu bereichern, und dabei das Aufſtellen von Theorien mehr in den Hintergrund geſtellt wurde, hat das Mannesalter bereits mehrere Fälle, in denen Humboldt ſelbſtändig den Grund zu einem neuen Gebäude legte, wie z. B. bei der Pflanzengeographie, oder die Arbeiten anderer Forſcher mit den ſeinigen verbindend, das Facit aus denſelben zog und die Natur von einem höhern allgemeineren Standpunkte zu betrachten lehrte, wie dieſes unter andern ſeine Arbeit über die geographiſchen Verhältniſſe von Südamerika zeigt. In dem nunmehr folgenden dritten Abſchnitte ſeines Lebens ſehen wir die eigenen Beobachtungen zwar nicht verdrängt; aber weitaus vorherrſchend iſt das Beſtreben, das gewonnene Material zuſammenzufaſſen, ein Streben, deſſen Gipfelpunkt die Bearbeitung des Kosmos bildet. Charakteriſtiſch für dieſen Abſchnitt ſind die große Zahl von Arbeiten anderer Forſcher, welche ihre Reſultate zuerſt Humboldt brieflich mittheilten, worauf dieſer erſt ſie veröffentlichte, denn ſie zeigen, daß in ihm in gewiſſer Beziehung die Fäden ſich vereinigten, durch welche die Arbeiten der über die ganze Erde zerſtreuten Gelehrten zu einem einheitlichen Ganzen verbunden werden ſollten. Beſonders reich an ſolchen Mittheilungen ſind die Poggendorff'ſchen Annalen.

Nachdem Humboldt ſeit ſeiner Rückkehr aus Amerika ſich nur ausnahmsweiſe aus Paris entfernt hatte, kehrte er 1827 in ſeine Vaterſtadt Berlin zurück, um dort ſeinen bleibenden Wohnſitz aufzuſchlagen.

Dieſer Vorſatz wurde zunächſt durch eine Reiſe nach Sibirien unterbrochen.

Schon lange hatte Humboldt den Wunſch gehegt, das Innere von Aſien zu bereiſen; das ruſſiſche Miniſterium Romanzow hatte ihm ſchon 1812 eine Reiſe nach Tübet vorgeſchlagen, doch wurde dieſelbe durch den franzöſiſchen Feldzug gegen Rußland vereitelt. Ueber die nächſte Veranlaſſung zur Reiſe von 1829 ſagt Humboldt ſelbſt[1] Folgendes:

„Ich glaube die Dankbarkeit, die ich dem erhabenen Monarchen, auf deſſen Befehl ich die Reiſe in das aſiatiſche Rußland unternommen und ausgeführt habe, nicht auf eine würdigere Weiſe an den Tag legen zu können, als indem ich einfach erzähle, was dieſe Reiſe veranlaßte und wie edel und freiſinnig die Mittel zur Erreichung wiſſenſchaftlicher Zwecke dargeboten wurden. Im Sommer des Jahres 1827, als ich eben erſt nach einem langen Aufenthalte in Frankreich in mein Vaterland zurückgekehrt war, wurde ich von dem kaiſ. ruſſ. Staats- und Finanzminiſter, Herrn Grafen von Cancrin, aufgefordert, ihm meine Anſichten über den Nutzen einer baldigſt in Curs zu ſetzenden Platinmünze aus den Erzeugniſſen des Urals und über das geſetzliche Verhältniß des Werthes dieſer Münze zu einem der beiden andern Metalle mitzutheilen. Ich war ſchon in früherer Zeit von dem ſpaniſchen Gouvernement officiell veranlaßt worden, denſelben Gegenſtand zu bearbeiten; auch wurde während des Wiener Congreſſes von Privatperſonen den verſammelten Monarchen der Antrag gemacht, aus dem amerikaniſchen Platin eine in allen Staatscaſſen anzunehmende Münze ſchlagen zu laſſen. Die Beſorgniſſe, die ich dem Grafen von Cancrin im Herbſte des Jahres 1827 äußerte, ſind (und es iſt mir eine beſondere Freude, es hier ausſprechen zu müſſen) durch mehrjährige Erfahrung bei ſehr gemäßigter Emiſſion der Platinmünze und bei der weiten Ausdehnung des Kaiſerreichs nicht gerechtfertigt worden: indeſſen hatte die freimüthige Discuſſion über eine wichtige ſtaatswirthſchaftliche Frage nicht das ehrenvolle Vertrauen gemindert, das mir geſchenkt war. Kaum hatte ich in dem Laufe jenes Briefwechſels der Hoffnung erwähnt, ſobald es meine Lage geſtatten würde, auf einer Sommerreiſe den Ural zu beſuchen, deſſen geognoſtiſche Conſtitution gewiß viele Vergleichungspunkte mit der Andeskette von Neugranada darbieten müßte, als ich bereits (unter dem 5./17. Dec. 1827) durch den Herrn Finanzminiſter, der unabläſſig ſo viele wiſſenſchaftliche Unternehmungen und Inſtitute in das Leben

1) Roſe, Mineralogiſch-geognoſtiſche Reiſe nach dem Ural, dem Altai und dem Kaſpiſchen Meere. Vorrede.

gerufen hat, von den allerhöchſten Befehlen Sr. Maj. des Kaiſers Nicolaus in Kenntniß geſetzt wurde, laut deren meine Reiſe in größerer Ausdehnung und nach den ſorgfältigſten Vorbereitungen, auf alleinige Koſten der Krone ausgeführt werden ſollte. Dieſe Nachricht erweckte in mir auf das lebhafteſte die alte, angeborene Reiſeluſt. So ſehr ich mich aber auch freute, wieder auf einer Landreiſe einen ſo großen Erdſtrich zu durchwandern, ſo konnte ich doch wegen des Wunſches, meine öffentlichen Vorleſungen über die phyſiſche Weltbeſchreibung im Winter und Frühjahr 1829 zu vollenden, nicht ſogleich von jenen großartigen, meine Freiheit übrigens auf keine Weiſe beſchränkenden Anerbietungen Gebrauch machen. Die Bitte um Aufſchub fand leicht Gehör, und der Herr Graf v. Cancrin ſchrieb mir unterm 8./20. März 1828, Se. kaiſ. Maj. habe durch eigenhändige Confirmation genehmigt, daß es ganz von meinem eigenen Ermeſſen abhängen ſolle, die Expedition nach dem Uralgürtel und nach Tobolsk erſt im Jahre 1829 anzutreten, und meine gelehrten Freunde, die Profeſſoren Ehrenberg und G. Roſe als Begleiter mitzubringen; auch bleibe mir ſelbſt überlaſſen, ob ich in den nächſtfolgenden Jahren meine Excurſionen nach dem Ararat oder andern ſüdlichen Gegenden Rußlands ausdehnen wolle. Für die Sicherheit und Schnelligkeit der zu unternehmenden Reiſe hatte der Herr Finanzminiſter mit der zarteſten Sorgfalt die zweckmäßigſten Veranſtaltungen getroffen. Ein eigenes, mir im Winter 1829 kurz vor meiner Abreiſe von Berlin zugefandtes Pro Memoria enthielt die Beſtimmungen über die für die Expedition bereits angefertigten Wagen, über die Zahl der Poſtpferde auf jeder Station (meiſt 15—20), über die Wahl eines Feldjägers oder Couriers, über die geräumigen Wohnungen, die überall in Bereitſchaft gehalten werden ſollten, über die militäriſche Bedeckung, wo ſie der Gränze nahe erforderlich wäre, u. ſ. w. Ein ſehr ausgezeichneter Bergbeamter, zweier Sprachen, der deutſchen und franzöſiſchen, gleich mächtig, ſollte uns auf der ganzen Reiſe begleiten, und ich erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich dieſem unſerm Begleiter, dem Herrn Oberhüttenverwalter, jetzt Berghauptmann, v. Menſchenin hier den Ausdruck meines Dankes öffentlich erneuere."

„Das Pro Memoria, deſſen ich eben erwähnte, ſchloß mit den denkwürdigen Worten: Es hängt ganz von Ihnen ab, in welchen Richtungen und zu welchem Zwecke Sie dieſe Reiſe ausführen wollen; der Wunſch der Regierung iſt einzig der, den Wiſſenſchaften förderlich zu ſein. So viel Sie können, werden Sie dabei dem Bergbau und dem Gewerbfleiße Rußlands Nutzen ſchaffen."

Die ſchmeichelhaften Verheißungen, die Humboldt und ſeinen Be-

gleitern gemacht worden waren, wurden von der ruſſiſchen Regierung auf's glänzendſte erfüllt. „Ueberall," ſagt Roſe, „war für ein möglichſt ſchnelles Fortkommen auf das zweckmäßigſte geſorgt; auf allen Berg- und Hüttenwerken wurden wir erwartet, gleich nach unſerer Ankunft mit allem Sehenswerthen bekannt gemacht und auf den Excurſionen von den Beamten der Werke auf das gefälligſte begleitet. Auf dieſe Weiſe blieb uns keine Zeit ungenutzt, wir konnten die Gegenſtände viel ſchneller kennen lernen, als unter andern Umſtänden möglich geweſen wäre, und haben ſo in dem kurzen Zeitraum von noch nicht 6 Monaten den Ural faſt 6 Breitegrade, von Bogoslowsk bis Orsk, und den Altai von Barnaul bis zur mongoliſch-chineſiſchen Gränze am Irtyſch bereiſt; wir haben Aſtrachan beſucht und das caſpiſche Meer beſchifft."

Wohl niemals wurde eine Reiſe zu wiſſenſchaftlichen Zwecken unter ſo günſtigen Verhältniſſen ausgeführt. Ich habe mich auch bei meiner Einleitung zu derſelben länger aufgehalten, um dabei den Unterſchied zeigen zu können, der zwiſchen der amerikaniſchen und der aſiatiſchen Reiſe Humboldt's ſtattfand. Welcher Abſtand beſteht nicht zwiſchen der auf den Indianernachen ausgeführten Fahrt auf dem Orinoco und der nach Sibirien!

Die Abfaſſung des hiſtoriſchen Berichtes über die Reiſe übernahm auf Humboldt's Wunſch G. Roſe, der ihn zugleich mit den Reſultaten der Beobachtungen aus dem Gebiete der Mineralogie und Geognoſie und damit verflochten veröffentlichte. Humboldt ſelbſt gibt im 3. Bande ſeiner Asie centrale p. 599 einen kurzen Bericht wieder, welchen 1830 Cuvier der Akademie zu Paris als deren Secretair veröffentlicht hat, und welchen ich hier einſchalten will.

„In einer der Octoberſitzungen hat Herr v. Humboldt, eines der acht auswärtigen Mitglieder der Akademie der Wiſſenſchaften, in Kürze die Hauptergebniſſe der Reiſe mitgetheilt, die er unter den Auſpicien Sr. Maj. des Kaiſers von Rußland, begleitet von den Herren Ehrenberg und Guſtav Roſe, in die Gold- und Platinbergwerke des Ural, in die Silberminen des Altai, die Gränzen der chineſiſchen Dzungarei und an das caſpiſche Meer gemacht hat. In dem einzigen Jahre 1829 wurden in dieſen Theil des alten Continents vier ſehr bemerkenswerthe wiſſenſchaftliche Expeditionen unternommen: die Humboldt's nach Sibirien, die des jüngeren Parrot auf den Gipfel des Ararat, welchen er mit Obſidian bedeckt und 405 Meter höher gefunden hat als den Montblanc, die Kupffer's auf den Trachytberg Elbrug im Kaukaſus, der eine Höhe von 5637 Meter erreicht, und endlich die große Reiſe von Hanſteen, Due und Adolph Ermann, welche

unternommen wurde, um die magnetiſchen Linien von Petersburg bis Kamtſchatka zu beſtimmen."

„Herr v. Humboldt ſchiffte ſich zu Niſchnei-Nowgorod auf der Wolga ein, um nach Kaſan zu fahren und die tatariſchen Ruinen von Bolgari zu beſuchen. Von da begab er ſich über Perm nach Katharinenburg, das an dem aſiatiſchen Abhang des Ural, einer mächtigen Bergkette liegt, die aus mehreren nahezu parallelen Gliedern beſteht, deren höchſte Gipfel kaum 16—1700 Meter erreichen. Der Ural geht, wie die Andes, von den dem Aralſee nahen Tertiärgebilden bis zu den Grünſteinen am Eismeere faſt ganz in der Richtung des Meridians. Während eines Monats unterſuchte Herr v. Humboldt die centralen und nördlichen Theile des Ural, berühmt durch das reiche angeſchwemmte Land, welches Gold und Platin führt, die Malachitbrüche von Gumechewskoi, den großen magnetiſchen Berg Blagodad, die bekannten Topas- und Beryllager von Murzinsk. Bei Niſchni-Tagilsk, einer Gegend, die ſich mit Choco in Südamerika vergleichen läßt, fand man eine Platinſtufe von 8 Kilogrammen Gewicht. Von Katharinenburg ging die Reiſe über Tjumen nach Tobolsk am Irtyſch und von da über Tara, die Steppe von Baraba, welche wegen des Stiches von unzähligen Inſecten aus der Familie der Tipulä [1] gefürchtet iſt, nach Barnaul an dem Ufer des Ob, an den romantiſchen See von Kolywan und zu den bedeutenden Silberminen von Schlangenberg, Riddersk und Zyrianowski, die an dem Südweſtabhange des Altai liegen. Der höchſte Gipfel des Altai, von den Kalmuken Iyictu [2] (Gottesberg) oder Alaſtu (kahler Berg) genannt, erreicht beinahe die Höhe des Pics von Teneriffa. Die jährliche Silberausbeute der Minen von Kolywan beträgt 17,000 Kilogramme oder 70,000 Mark. Von Riddersk gegen die kleine Feſtung Uſtkamenogorsk kamen die Reiſenden bei Buchtarminsk an die Gränze der chineſiſchen Dzungarei, wo ſie ſogar die Erlaubniß erhielten, die Gränze zu überſchreiten und den mongoliſchen Poſten Baty oder Khoni-mailakhu zu beſuchen. Dieſer Poſten iſt im Innerſten von Aſien, nördlich von dem Dzaiſanſee gelegen und hat nach Humboldt eine Länge von 81 1/2°, iſt alſo nahezu im Meridian von Benares."

„Auf dem Rückwege von Khoni-mailakhu nach Uſtkamenogorsk ſahen die Reiſenden an den einſamen Ufern des Irtyſch, auf einer Strecke von mehr

1) Schnacken.

2) Roſe I. 595 bezeichnet als höchſten Berg des Altai die Bjelucha, welche nach Staatsrath Gebler 11000 Fuß hoch ſein ſoll, was nahezu die Höhe des Pic von Teneriffa (nach Humboldt, Rel. hist. I. 153. 11424') iſt.

als 5000 Metern den Granit in faſt horizontale Schichten getheilt und über einen Schiefer ausgegoſſen, der theils unter 85° geneigt iſt, theils ganz vertical ſteht. Von der Feſtung Uſtkamenogorsk aus ging der Weg über Semipalatinsk und Omsk durch die Steppe der mittleren Horde der Kirgiſen an den Koſakenlinien von Ichim und Tobol vorbei gegen den ſüdlichen Ural. Dort iſt bei Miask ein kleiner Bezirk, in welchem nur wenige Zolle unter der Oberfläche 1826 drei Stufen von gediegenem Golde gefunden wurden, von denen zwei ein Gewicht von 6, die dritte ein Gewicht von 10 Kilogrammen hatten. Den ſüdlichen Ural entlang begaben ſich die Reiſenden bis zu den ſchönen Steinbrüchen von grünem Jaspis bei Orsk, wo der fiſchreiche Jaik die Kette von Oſt nach Weſt durchbricht, worauf ſie über Guberlinsk nach Orenburg fuhren, einer Stadt, welche trotz der geringen Entfernung vom caspiſchen Meere, nach den ein ganzes Jahr hindurch gemachten Barometerbeobachtungen von Hofmann und Helmerſen ſchon 37 Toiſen über der Meeresfläche liegt. Darauf beſichtigten ſie die reiche Steinſalzgrube Iletzk, welche vereinſamt in der Steppe der kleinen Kirgiſenhorde iſt, dann Uralsk, den Hauptort der uraliſchen Koſaken, wo dieſe vermittelſt Haken Nachts Störe von 4½—5 Fuß aus dem Waſſer (Wolga) ziehen, die deutſchen Kolonien am linken Ufer der Wolga im Gouvernement Saratow, den großen Salzſee Elton in der Steppe der Kalmüken und gingen über Sarepta (einer ſchönen Kolonie der mähriſchen Brüder) nach Aſtrachan. Der Hauptzweck dieſes Ausflugs an das caspiſche Meer waren die Analyſe des Waſſers deſſelben, welche Roſe übernahm, Barometerbeobachtungen correſpondirend mit ſolchen von Orenburg, Sarepta und Kaſan, und endlich die Sammlung von Fiſchen dieſes Binnenmeeres, um das Werk von Cuvier und Valenciennes über die Fiſche zu bereichern. Von Aſtrachan kehrten die Reiſenden über den Iſthmus, der bei Tichinskaya den Don von der Wolga trennt, durch das Land der douſchen Koſaken, über Woroneje und Tula nach Moskau und Petersburg zurück."

Der Ural iſt berühmt wegen ſeiner Goldbergwerke oder Goldſeifen. Daß im Urgebirgsgeſtein Gold enthalten ſei, kann gerade keine Seltenheit genannt werden, iſt ſogar eher eine allgemeine Erſcheinung; aber die Reichhaltigkeit des Goldes in einer beſtimmten Menge des zu verarbeitenden Materials bedingt die Rentabilität der Arbeit. Wollte man das Geſtein wie es iſt auf Gold verarbeiten, ſo würde wohl in den meiſten Gegenden der Erde, wo jetzt Gold gewonnen wird, der Betrieb eingeſtellt werden müſſen, da er die Koſten nicht lohnen würde. In der Regel ſammelt man das Gold da, wo die Natur zu deſſen Ausſcheidung ſchon das Meiſte gethan hat. So im

Ural, in Californien und Auſtralien. Die Geſteine, aus denen ein Gebirge zuſammengeſetzt iſt, ſind wohl hart, aber nicht unverwüſtlich, denn durch die Verwitterung, dieſen eigentlichen Zahn der Zeit, werden ſie fort und fort an der Oberfläche zerbröckelt und der Schutt wird durch die Regengüſſe in die Tiefe geführt. Dort werden die einzelnen größeren Brocken eher liegen bleiben, die feineren aber weiter fortgeſchwemmt werden, und nur dann ſich früher abſetzen, wenn ſie ein bedeutendes ſpecifiſches Gewicht beſitzen. Dieſer Fall iſt der des Goldes. Es bleibt früher liegen, und eine große Maſſe von Sand wird von ihm durch die Natur entfernt. Im Laufe der Jahrhunderte bilden ſich größere Lager, und der Menſch, der den von der Natur eingeſchlagenen Weg, die Abſchwemmung mit Waſſer fortſetzt, vollendet in den Goldſeifen nur, was jene begonnen. Darum werden auch alle Goldlager mit der Zeit erſchöpft, und es wird für den Ural, für Californien ſo gut eine Zeit kommen, wo die Ausbeutung nicht mehr lohnt, als ſie für das frühere Goldland Spanien bereits vorhanden iſt. Das Silber wird im Gegenſatze zum Golde der größern Maſſe nach durch Hüttenarbeit, d. i. dadurch gewonnen, daß man das Erz im Innern des Berges aufſucht, und die Minen ſind darum nachhaltiger. Die reichſten Silberminen ſcheint Rußland im Altai zu haben.

Bei dem Berichte über die amerikaniſche Reiſe Humboldt's habe ich einige Fragmente aus deſſen Schriften wiedergegeben; es möge mir geſtattet ſein, hier aus der ſibiriſchen Reiſe nach dem Roſe'ſchen Werke eine Notiz zu bringen. Ich erwähne die Entdeckung von Diamanten im Ural, die ſich unmittelbar an die Reiſe knüpfte.

„Herr v. Humboldt," ſagt Roſe[1], „hatte in ſeinem geognoſtiſchen Werke über die Lagerung der Gebirgsmaſſen in beiden Hemiſphären auf die merkwürdige Analogie des gemeinſchaftlichen Vorkommens von Mineralien aufmerkſam gemacht, die in den verſchiedenſten Erdſtrichen gleichartig das Gerölle von Platin und von Goldſand charakteriſiren, ſo daß in Braſilien z. B. zu Corrego das Lagens Gold, Platin, Palladium und Diamanten, bei Tejuco Gold und Diamanten, am Rio Abaete Platin und Diamanten vorkommen. Dieſe Ideen der Aſſociation von Mineralien hatten in ihm, und wie er ausdrücklich in den Fragmens asiatiques (II. 593) erwähnt, ſchon viel früher (ſeit 1826) in unſerm Freunde, Herrn Prof. v. Engelhardt in Dorpat und in Herrn Mamyſcheff, vormaligem Director der Goroblagodatſchen Hüttenwerke, die lebhafteſte Hoffnung zur Auffindung von Dia-

1) A. a. O. I. 353.

manten im Ural erregt. Wenn wir nach einem Seifenwerke kamen und den Goldſand mikroſkopiſch unterſuchten, um die Begleiter des Goldes und des Platins kennen zu lernen, und aus ihnen Schlüſſe auf die urſprüngliche Lagerſtätte des Goldes zu machen, ſo richteten wir hiebei unſere Aufmerkſamkeit ganz beſonders auf das Vorkommen von Diamanten. Wir ließen ſtets eine gewiſſe Menge des Sandes nur ſo weit waſchen, daß die leichtern ſtaubartigen Theile entfernt wurden, und der gröbere zurückbleibende Theil Sand dadurch erkenntlicher ward, denn treibt man die Concentration zu weit, ſo werden mit dem Quarz die leichtern nicht metalliſchen Subſtanzen weggeſchwemmt und es bleibt mit dem Golde und dem Platin nur Magneteiſenerz oder zuweilen Chromeiſenerz zurück. Bei dieſen fortgeſetzten mikroſkopiſchen Unterſuchungen glückte es uns, Kryſtalle zu finden, die in dem Goldſande vom Ural noch nicht gekannt waren, aber indem ſie ſich mit den Diamanten in dem Goldſande von Braſilien finden, unſere Aufmerkſamkeit in ſteter Spannung erhielten. So entdeckten wir gleich auf den erſten Seifenwerken, die wir beſuchten, und ſpäter faſt auf allen übrigen, kleine Zirkone, die durch ihren ſtarken demantartigen Glanz uns häufig täuſchten und in Niſchne-Tagilsk Anatas. Aber unſer eifriges Suchen nach Diamanten im Ural blieb ohne Erfolg und obſchon am weſtlichen Abhange des Gebirges unſre Begleiter Graf Polier und Herr Schmidt den 5. Juli die merkwürdige Entdeckung machten, ſo erhielten wir die Nachricht doch erſt den 3. September in Miask, als wir in der Zwiſchenzeit einen großen Theil von Sibirien bis Buchtharminsk und Ridderſk bereiſt hatten. Der Graf Polier ſandte Herrn v. Humboldt von Niſchni-Nowgorod aus durch Herrn Schmidt einen der aufgefundenen Diamanten zum Geſchenk[1] mit der Bitte, vor unſerer Ankunft in Petersburg die Entdeckung nicht zu veröffentlichen, weil er ſelbſt noch nicht die ruſſiſchen Edelſteine dem Herrſcher des Landes überreicht hatte."

Graf Polier, auf deſſen Gütern der erſte Diamant gefunden wurde und der unſre Reiſenden bis zum Ural begleitet hatte, ſagt in einem an Humboldt gerichteten Berichte über den Hergang der Entdeckung[2]: „Den

1) Dieſer Diamant befindet ſich jetzt in der k. mineralogiſchen Sammlung zu Berlin. Herr v. Humboldt hielt, als wir unſere Expedition antraten, die Entdeckung der Uraliſchen Diamanten für ſo wahrſcheinlich und nahe, daß er, indem er ſich bei J. M. der Kaiſerinn beurlaubte, ſcherzend ſagte: „er werde nicht ohne die ruſſiſchen Diamanten vor der Monarchinn wieder erſcheinen." Zufälliger Weiſe hatte bei unſerer Rückkehr im Monat November nur der Kaiſer die Polier'ſchen Edelſteine geſehen, und Herr v. Humboldt hatte die Freude, der Kaiſerinn den jetzt in Berlin aufbewahrten Diamanten als den erſten zu zeigen. R.

2) Roſe a. a. O. 357.

5. Juli kam ich mit Herrn Schmidt, einem jungen Freiberger Mineralogen, dem ich die Direction der Werke anvertrauen wollte, in dem Seifenwerke an und denſelben Tag wurde in dem mir vorgelegten Goldſande und zwiſchen einer Menge von Eiſenkieskryſtallen und Quarzſtücken der erſte Diamant des Urals entdeckt. Er war den Tag vorher durch einen Knaben von 14 Jahren, Namens Paul Popoff aus dem Dorfe Kalinskoje, aufgefunden worden. Dieſer Knabe war bei dem Seifenwerke angeſtellt, und da denjenigen eine Belohnung zugeſichert war, welche auffallende Steine finden würden, ſo hatte er ſich beeilt, ſeinen Fund dem Aufſeher zu geben, der aber, einem ſo kleinen Steine keine Wichtigkeit beimeſſend und denſelben für einen Tjeſchelowetz (vollwichtigen Stein, Topas) haltend, ihn zu den andern Mineralien, die er mir überreichte, gelegt hatte. Seine Durchſichtigkeit war vollkommen, und dies allein, verbunden mit ſeinem Glanze, hätte uns bewieſen, daß es ein Diamant ſei, ſelbſt wenn ſeine Kryſtalliſation mit abgerundeten Flächen uns noch den mindeſten Zweifel gelaſſen hätte, daß die Prophezeiung des Herrn v. Humboldt eingetroffen wäre. Drei Tage darauf fand ein anderer Knabe einen zweiten, und einige Tage nach meiner Abreiſe von dem Seifenwerke ſchickte man mir einen dritten, der größer als die beiden andern zuſammengenommen war."

Den vorſtehenden Hergang der Auffindung uraliſcher Diamanten hat Humboldt ſpäter wiedergegeben[1] und noch eine Stelle aus Helmerſen's Voyage hinzugefügt, die hier ihren Platz finden möge.

„Weſtlich von Kuſchwa," ſagt Helmerſen, auf dem europäiſchen Abhange des Ural befindet ſich der Diſtrict von Biſersk, der durch die im Juni 1829 gemachte Auffindung von Diamanten in den Wäſchen von Krestovoswiſchenskoi, die der Frau Fürſtinn Butera, geborenen Fürſtinn Schakowski, wiederverehelichten Gräfinn Polier gehören. Von jener Zeit an bis zum Jahre 1834 ſind in der Grube von Adolfskoi 41 Diamanten gefunden worden. Da man an dieſer Stelle weiter keine mehr entdeckt hat, verbreiteten ſich unter mehreren Einwohnern des Ural Zweifel an der Exiſtenz der ruſſiſchen Diamanten; man glaubte ſich ſogar zu der Annahme berechtigt, der Steiger, welcher 1829 die Wäſchen leitete, habe heimlich braſiliſche Diamanten in den goldhaltigen Sand von Adolfskoi geworfen. Ich glaubte dieſes Gerüchts erwähnen zu müſſen, weil es während meines Aufenthaltes in dem dortigen Gebirge in meiner Gegenwart öfters laut wurde, aber der Ungrund dieſer Beſchuldigung und dieſes aus Mißgunſt hervorgehenden Argwohns hat ſich in neuerer Zeit erwieſen. Man weiß, daß 1831 in der Nähe von

1) Asie centrale III. 520 u. ff.

Jekatherinenburg in den Wäſchen des Herrn Major 2, 1838 bei Kuſchwa 4 und 1839 im Diſtricte von Werkhne-Uralsk in der goldführenden Alluvion von Uspenskaya, die dem Generallieutenant Gemthſchujnikoff gehört, 1 Diamant gefunden wurden. Der Ural liefert daher, wenn auch bisher in geringer Menge, an vier von einander um 600 Werſte entfernten Punkten Diamanten. Es iſt nicht zu zweifeln, daß man eines Tags dahin kommen wird, das wirkliche und hauptſächliche Lager dieſer koſtbaren Subſtanz, das ſie in Fülle liefernde Neſt zu finden. Als ich mich darüber verwunderte, daß die Arbeiten in der Grube von Adolfskoi am Ufer des Flüßchens Poludennaya, des Nebenfluſſes der Koiwa, ausgeſetzt worden ſeien, belehrte mich der dermalige Director des Werks, Herr Graube, daß das goldführende Sandlager jetzt erſchöpft und daß die bisher gefundenen Diamanten zu klein ſeien, um die Koſten zu decken. Herr Graube zweifelte durchaus nicht an der Wahrheit der Entdeckung uraliſcher Diamanten, und that dieſes um ſo weniger, als während ſeines Aufenthaltes daſelbſt 1833 ein Diamant in dem Sande der Grube von Adolfskoi gefunden wurde. Herr Schmidt (einer der Reiſegefährten des Herrn v. Humboldt) iſt ſeit längerer Zeit todt und der junge Popoff, der 1829 den erſten Diamanten gefunden hat, arbeitet nicht mehr in jenem Theile des Uralgebirges."

Man kann ſonach als ſicher annehmen, daß es im Ural Diamanten gibt, wenn es ſich auch zur Zeit nicht verlohnt, ſie zu ſuchen. Die oben erwähnten Zweifel an der Wahrheit der Entdeckung uraliſcher Diamanten ſind auch in Deutſchland geäußert worden, weshalb ich der vorſtehenden Entgegnung einen Platz einräumen zu müſſen glaubte.

Der Theil des ruſſiſchen Reiches, der zwiſchen dem Ural und dem caſpiſchen Meere liegt, iſt derjenige, welcher einem großen, wenn nicht dem größten Theile des Kaiſerſtaates ein unentbehrliches Lebensbedürfniß, das Salz, liefert. Dieſes Gebiet, welches Humboldt mit ſeinen Gefährten durchreiſte, iſt, wenn auch wohl nicht ſo eben als die Llanos in Amerika, doch eines der flachſten in dem weiten Raume des ruſſiſchen Reiches, es iſt die Steppe oder die Nachbarſchaft derſelben, die zum Theil dem unter ruſſiſcher Oberhoheit ſtehenden Chane der kleinen Horde der Kirgiſen unterthänig iſt.

Die Reſultate der Reiſe Humboldt's, Roſe's und Ehrenberg's finden ſich veröffentlicht in:

Humboldt, Fragmens de géologie et de climatologie asiatiques. Paris. 2 vol. in-8°. 1831.

Reiſe nach dem Ural, dem Altai und dem kaſpiſchen Meere auf Befehl Sr. Majeſtät des Kaiſers von Rußland im

Jahre 1829 ausgeführt von A. v. Humboldt, G. Ehrenberg und G. Roſe.

Mineralogiſch-geognoſtiſche Reiſe nach dem Ural, dem Altai und dem kaſpiſchen Meere von Guſtav Roſe. 1. Bd. Reiſe nach dem nördlichen Ural und dem Altai. Berlin 1837. 8. 2. Bd. Reiſe nach dem ſüdlichen Ural und dem kaſpiſchen Meere; Ueberſicht der Mineralien und Gebirgsarten des Ural. Berlin 1842. 8.

Humboldt, Asie centrale. Recherches sur les chaines de montagnes et la climatologie comparée. 3 vol. 8. Paris 1843.

Das Werk Roſe's enthält den Bericht über die ſämmtlichen mineralogiſchen und geologiſchen Beobachtungen, ſowie auch die Erzählung der Reiſeergebniſſe, bildet alſo in dieſer Beziehung ein Analogon zu Humboldt's Relation historique über die amerikaniſche Reiſe.

Das Humboldt'ſche Werk Asie centrale, iſt eigentlich eine vermehrte zweite Auflage der Fragmens de géologie etc., weshalb ich mich hier zunächſt auf deſſen Beſprechung beſchränken will.

Humboldt ſagt in der Einleitung zu der Asie centrale: „In dieſem Werke habe ich es verſucht, die Früchte meiner Studien über Centralaſien zu vereinigen; ich unterſuchte den gegenwärtigen Stand unſres Wiſſens, die Grundlagen unſrer Karten und die Richtungen, welche den Unebenheiten des Bodens auf der Oberfläche eines großen Continentes angewieſen wurden. In der Erhebung der Maſſen, in der Ausdehnung und Richtung der Gebirgsſyſteme und deren gegenſeitiger Stellung gibt es hervorragende Eigenthümlichkeiten, die ſeit dem grauen Alterthume einen Einfluß auf die geſellſchaftlichen Zuſtände des Menſchen ausgeübt haben, ſei es, daß ſie bei ihm die Neigung zu ſeinen Wanderungen beſtimmt, und den Fortſchritt ſeiner geiſtigen Cultur befördert oder gehemmt haben."

„In der Arbeit, die ich vor einer langen Reihe von Jahren begonnen habe, war es mein Hauptaugenmerk, die weſentlichen Züge anzugeben, nach denen es der Natur gefallen hat, die Verſchiedenheiten in Boden, Klima und Producten hervorzubringen. . . . Das Buch, das ich eben veröffentliche, umfaßt in den 2 erſten Bänden Betrachtungen über die Bergketten und die großen geologiſchen Charaktere, durch die ſie ſich auszeichnen; im dritten Bande ſind Unterſuchungen über die Klimatologie von Aſien und den Erdmagnetismus. Wie ich im orographiſchen Theile häufig die Analogien und Gegenſätze hervorgehoben habe, die zwiſchen Aſien, den Cordilleren des neuen Continents oder den Alpen von Europa, das nur eine halbinſelförmige Verlängerung von Aſien iſt, beſtehen, ſo habe ich auch bei der Klimatologie des

letzteren Welttheils allgemeine Unterſuchungen angeſtellt, welche ſich auf die Geſtalt der Iſothermen, und die Urſachen ihrer Biegung erſtrecken, ſowie über die Höhe des ewigen Schnees in beiden Hemiſphären unter Vergleichung der Gränze, die derſelbe am Kaukaſus, auf beiden Abhängen des Himalaja, in Mexico und in den Andes von Bolivia einhält. Vier Tafeln zeigen unter genauer Angabe der 3 Coordinaten der Breite, Länge und Höhe die mittleren Temperaturen des Jahres, der 4 Jahreszeiten, des kälteſten und wärmſten Monats in allen bekannten Theilen der Erde vom $74^{03}/_{4}$ nördl. bis zum $53^{01}/_{2}$ ſüdl. Breite. Dieſe Tafeln, von einem ausgezeichneten Phyſiker, Herrn Mahlmann nach den neueſten Beobachtungen zuſammengeſtellt, umfaſſen 315 Orte; ſie ſind die numeriſchen Elemente der poſitiven Meteorologie, Elemente, die wie diejenigen, auf welchen unſre aſtronomiſchen Tabellen beruhen, ſich von Tag zu Tag mit Hülfe ſtrengerer Methoden und genauerer Inſtrumente vervollkommnen."

Wenn auch die die aſiatiſche Reiſe unmittelbar betreffenden Schriften an Umfang die amerikaniſchen Reiſewerke Humboldt's weitaus nicht erreichen, ſo iſt doch ſeine Productivität, was den Umfang der übrigen Arbeiten anbelangt, in dem letzten Abſchnitte ſeines Lebens kaum geringer geweſen, als im zweiten. Wir beſitzen eine größere Anzahl von kleineren Notizen Humboldt's, in denen er über die Werke Anderer Bericht erſtattete, namentlich finden ſich dieſe zahlreich in den Schriften der Pariſer Akademie und zeigen wie die bereits erwähnten Beiträge zu den Poggendorff'ſchen Annalen den lebhaften Verkehr des Gelehrten mit den Vertretern ſämmtlicher Zweige der Wiſſenſchaft; doch will ich mich hier zunächſt darauf beſchränken, die bedeutenderen ſeiner eigenen Werke anzugeben. Dieſelben ſind:

Ueber die allgemeinen Geſetze der ſtündlichen Schwankungen des Barometers. Pogg. Ann. XII. 1828. (Auch Rel. hist. III.)

Ueber die Mittel, um die Ergründung einiger Phänomene des telluriſchen Magnetismus zu erleichtern. Pogg. Ann. XV. 1829.

Beobachtungen der magnetiſchen Intenſität und Inclination auf der Reiſe nach und in Amerika. Pogg. Ann. XV 1829. (Auch Rel. hist. III.)

Ueber die bei verſchiedenen Völkern üblichen Syſteme von Zahlzeichen und über den Urſprung des Stellenwerthes in den indiſchen Zahlen. Crelle, Journ. f. Mathematik IV. 1829.

De l'inclinaison de l'aiguille aimantée dans le nord de l'Asie et des observations correspondantes des variations horaires faites en différentes parties de la terre. Ann. ch. phys. XLIV. (Auch Pogg. Ann. XVIII. 1830.)

Ueber die Bergketten und Vulcane von Innerasien und einen neuen vulcanischen Ausbruch in der Andeskette. Ann. ch. phys. XLV. (Auch Pogg. Ann. XVIII. 1830.)

Tableau statistique de l'île de Cuba pour les années 1825—1829. Paris 1. Vol. 8. 1831.

Examen critique de l'histoire de la géographie du nouveau continent, et des progrès de l'astronomie nautique aux XVe et XVIe siècles. Paris 1814—1838 I. Vol. in Fol. (Auch 5 Vol. 8.) Deutsch von J. L. Ideler. 3 Bnd. 8. Berlin 1836.

Ueber die Temperatur der Ostsee. Pogg. Ann. XXXIII. 1834.

Ueber einige electromagnetische Erscheinungen und den verminderten Luftdruck unter den Tropen. Pogg. Ann. XXXVII. 1836.

Geognostische und physicalische Beobachtungen über die Vulcane von Quito. Pogg. Ann. XLIV. 1838. Auch in den Kleineren Schriften.

Ueber Schwankungen der Goldproduction mit Rücksicht auf staatswirthschaftliche Probleme. Deutsche Vierteljahrsschrift 1838. 4. Heft.

Versuch die mittlere Höhe der Continente zu bestimmen. Pogg. Ann. LVII. 1842. (Auch in der Asie centrale I. und umgearbeitet in den Kleineren Schriften.)

Sur la température des eaux fournies par les puits artésiens de Neusalzwerk en Westphalie. Compt. rend. XVIII. 1843.

Ueber die Höhe des ewigen Schnees auf beiden Abhängen des Himalaja. Pogg. Ann. LXII. 1844. (Auch in der Asie cent. III.)

Notice sur un aérolithe tombé le 14. Juillet 1847 à Braunau (Bohême). Compt. rend. XXV. 1847.

Sur l'apparition périodique des étoiles filantes du 13. au 15. Novembre. Compt. rend. XXIX. 1849.

Ueber die ältesten Karten des Neuen Continents und den Namen Amerika. Ghillany: Geschichte des Seefahrers Martin Behaimb 1852.

Kleinere Schriften 1. Bd. Geognoſtiſche und phyſikaliſche Erinnerungen. Stuttgart 1854. 8.

Atlas der Kleineren Schriften 1. Bd. Stuttgart 1854. 4.

Lettre à M. Elie de Beaumont, sur les sociétés de météorologie et les observations météorologiques. Compt. rend. XL. 1855.

Sur quelques phénomènes de la lumière zodiacale. Compt. rend. XLI. 1855.

Kosmos, Entwurf einer phyſicaliſchen Weltbeſchreibung. Berlin, Stuttgart und Tübingen in 8. 1. Bd. 1845; 2. Bd. 1847; 3. Bd. 1850; 4. Bd. 1. Abth. 1858.

Das Werk Examen critique etc. iſt der Text zum Atlas géographique et physique, von dem bereits oben S. 110 die Rede war; es gehört daher noch zu denjenigen Arbeiten Humboldt's, die er an ſeine amerikaniſche Reiſe anknüpfte. Wenn ſich hieraus auch ergibt, daß die Beſprechung dieſes Buches eigentlich in den vorigen Abſchnitt gehört hätte, ſo möge die Verſetzung in den jetzigen dritten darin ſeine Entſchuldigung finden, daß die Vollendung des Werkes doch etwas zu weit (bis 1838) in die gegenwärtige Periode hineinreicht, als daß ich ſie leicht hätte in die früheren verlegen können.

Ueber den Inhalt des Humboldt'ſchen Buches ſoll in dem Kapitel „Geſchichte der Geographie" geſprochen werden, deſſen größten Theil er ausmachen wird; am Schluſſe des Kapitels werde ich aber noch einige Bemerkungen über die Unterſuchungen beifügen, welche Humboldt über die Geſchichte der geographiſchen Kenntniſſe von Aſien angeſtellt hat, und die, als in der Asie centrale enthalten, entſchieden dem dritten Abſchnitte angehören. Um nun die geographiſch-hiſtoriſchen Arbeiten nicht trennen zu müſſen, habe ich vorgezogen, auch die Studien über Amerika hieher zu verlegen.

Humboldt hat in ſeinem Examen critique etc. Theile der Entdeckungsgeſchichte Amerikas behandelt, er gibt nicht die vollſtändige Geſchichte, ſondern nimmt manche Gegenſtände als bekannt an, um ſein Augenmerk mehr auf andere weniger klare Punkte werfen zu können. Urſprünglich beabſichtigte er ſein Werk auf nachſtehende 4 Abſchnitte auszudehnen:

1) Von den Urſachen, welche die Entdeckung der Neuen Welt vorbereitet und herbeigeführt haben.

2) Von einigen Thatſachen, welche ſich auf Columbus und Amerigo Vespucci, ſowie auf die Data der geographiſchen Entdeckungen beziehen.

3) Von den erſten Karten der Neuen Welt und von der Epoche, in welcher man den Namen Amerika vorgeſchlagen hat.

4) Von den Fortſchritten der nautiſchen Aſtronomie und Kartenzeichnenkunſt in dem 15. und 16. Jahrhundert.

Leider hat er die Arbeit nicht vollendet; dieſelbe iſt nur bis zum Schluſſe des 2. Abſchnittes gediehen, in dem übrigens auch einige Gegenſtände des dritten eingeſchloſſen zu ſein ſcheinen. Unter dem Titel „Ueber die älteſten Karten des Neuen Continents und den Namen Amerika," den man als mit dem Titel des 3. Abſchnittes gleichbedeutend betrachten kann, hat Humboldt ſpäter (1852) die Abhandlung in Ghillany's Werke (Siehe S. 331) veröffentlicht, doch iſt dieſelbe in Beziehung der Ausführlichkeit eher als ein Auszug des fehlenden 3. Abſchnittes zu betrachten. Es war urſprünglich Humboldt's Plan,' noch einen weiteren Band zu veröffentlichen; die Papiere dazu hat der Verſtorbene ſeinem Freunde, Herrn Profeſſor Buſchmann vermacht.

Die Kleineren Schriften enthalten größtentheils unveränderte Abdrücke früherer in wenig verbreiteten Schriften enthaltener Abhandlungen. Hier findet ſich z. B. die Arbeit Humboldt's und Gay-Luſſac's über die Zuſammenſetzung der Luft, ſowie die Abhandlung von den Iſothermen (letztere jedoch unter Hinzufügung neuerer Temperaturtabellen), von welchen beiden bereits im vorigen Abſchnitte die Rede war. Zwei Aufſätze, wovon der eine die nächtliche Zunahme der Intenſität des Schalles, die andere die mittlere Höhe der Continente beſpricht, und wovon erſterer bereits in den Annales de chimie et de physique von 1820 (ſiehe oben S. 125), letzterer in der Asie centrale I. und Pogg. Ann. LVII. erſchienen war, hat der Verfaſſer umgearbeitet. Den Reſt bilden eine Abhandlung über das Hochland von Quito, eine Abhandlung über die Reiſe von La Condamine und Bouguer nach dem Pichincha und die Expedition des Herrn Wiſſe in's Innere des Pichincha, eine Abhandlung über das Hochland von Bogota und die Berichte über den Humboldt-Bonplandſchen und den Bouſſingault'ſchen Verſuch den Chimborazo zu beſteigen.

Die Anſichten der Natur erſchienen im Jahre 1849 in dritter Auflage mit bedeutenden Aenderungen in den den einzelnen Kapiteln beigegebenen wiſſenſchaftlichen Zuſätzen, in denen neben der Berückſichtigung der übrigen neueren Ergebniſſe der Wiſſenſchaft namentlich die Früchte der ſibiriſchen Reiſe ihren Beitrag geleiſtet haben.

---

1) v. Martius, Denkrede auf A. v. Humboldt 35.

„Ich übergebe am ſpäten Abend eines vielbewegten Lebens dem deutſchen Publikum ein Werk, deſſen Bild in unbeſtimmten Umriſſen mir faſt ein halbes Jahrhundert lang vor der Seele ſchwebte. In manchen Stimmungen habe ich dieſes Werk für unausführbar gehalten, und bin, wenn ich es aufgegeben, wieder, vielleicht unvorſichtig, zu demſelben zurückgekehrt.“ Mit dieſen Worten beginnt Humboldt die Vorrede zu dem Werke, das er gewiſſermaßen als den Schlußſtein ſeiner früheren Arbeiten betrachtete, dem Kosmos. Er wollte der deutſchen Nation ein literariſches Denkmal hinterlaſſen, auf das ſie in ſpäten Jahren noch mit Stolz hinblicken könne.

Werke naturwiſſenſchaftlichen Inhaltes altern im Allgemeinen ſehr ſchnell, denn bei dem regen Eifer, der jetzt allenthalben dem Studium der Natur zugewandt wird, bringt jeder Tag neue Thatſachen, neue Theorien und nicht lange dauert es, ſo zeigen ſich fühlbare Lücken in dem Buche. Dieſem Schickſale wird auch der Kosmos nicht entgehen, aber dann wird er einen hiſtoriſchen Werth bekommen, denn aus ihm wird man wie an einem Gränzſteine ſehen, wie weit das Wiſſen unſrer Tage gereicht, welche Anſichten in den verſchiedenſten Zweigen der Naturwiſſenſchaft die prädominirenden geweſen ſeien. Dieſes Umſtandes war der Meiſter ſich wohl bewußt, und daraus dürfte ſich die an Aengſtlichkeit gränzende Vorſicht erklären, mit der er an die Arbeit ging. Schon der Titel hat ihm ſchwere Mühe gekoſtet.[1]

„Ich fange,“ ſchreibt er am 24. Oct. 1834, alſo 11 Jahre vor dem Erſcheinen des 1. Bandes,[2] „den Druck meines Werkes (des Werkes meines Lebens) an. Ich habe den tollen Einfall, die ganze materielle Welt, alles was wir heute von den Erſcheinungen der Himmelsräume und des Erdenlebens, von den Nebelſternen bis zur Geographie der Mooſe auf den Granitfelſen wiſſen, alles in einem Werke darzuſtellen, und in einem Werke, das zugleich in lebendiger Sprache anregt und das Gemüth ergötzt. Jede große und wichtige Idee, die irgendwo aufglimmt, muß neben den Thatſachen hier verzeichnet ſein. Es muß eine Epoche der geiſtigen Entwickelung der Menſchheit (in ihrem Wiſſen von der Natur) darſtellen. Die Prolegomena ſind meiſt fertig, der ganz umgearbeitete, von mir freigehaltene, aber an demſelben Tage dictirte Discours d'ouverture, das Naturgemälde, die Anregungsmittel zum Naturſtudium im Geiſte unſerer Zeit, dreierlei: 1) Poésie descriptive und

1) Briefe an Varnhagen. 4.

2) Ebenda 20. Der Wiederabdruck dieſer Stelle wird mir hoffentlich nicht verargt werden.

lebendige Schilderung der Naturscenen in modernen Reiseberichten, 2) Landschaftmalerei, Darstellung, sinnliche, einer exotischen Natur, wann sie entstanden, wann sie Bedürfniß und hohe Freude geworden, warum das leidenschaftliche Alterthum sie nicht haben konnte, 3) Pflanzungen, Gruppirung nach Pflanzenphysiognomik, (nicht botänische Gärten); Geschichte der physischen Weltbeschreibung, wie die Idee der Welt, des Zusammenhangs aller Erscheinungen, den Völkern durch den Lauf der Jahrhunderte klar geworden ist. Diese Prolegomena sind die Hauptsache, und enthalten den generellen Theil, ihm folgt der specielle. — Die Einzelnheiten geordnet, (ich lege Ihnen einen Theil eines tabellarischen Registers bei). Weltraum — die ganze physische Astronomie — Unser fester Erdkörper, Inneres, Aeußeres, Electromagnetismus des Innern. Vulcanismus, d. h. Reaction des Innern eines Planeten auf seine Oberfläche. Gliederung der Massen. Eine kleine Geognosie — Meer — Luftkreis — Klimate — Organisches — Geographie der Pflanzen — Geographie der Thiere — Menschenracen und Sprache — deren dann physische Organisation (Articulation der Töne) von der Intelligenz (deren Product, Manifestation die Sprache ist) beherrscht wird. In dem speciellen Theile alle numerischen Resultate, die genauesten wie in Laplace exposition du système du Monde. Da diese Einzelnheiten nicht derselben literarischen Darstellung fähig sind, als die allgemeinen Combinationen des Naturwissens, so wird das nur Factische nur in kurzen Sätzen fast tabellarisch geordnet, so daß z. B. über Klimate, über Erdmagnetismus der fleißige Leser in wenigen Blättern alle Resultate zusammengedrängt finden muß, die ein Studium vieler Jahre nur liefern würde. Die Formähnlichkeit (literarische Uebereinstimmung) mit dem allgemeinen Theile wird vermittelt durch kleine Einleitungen zu jedem speciellen Kapitel. Otfried Müller hat in seiner vortrefflich geschriebenen Archäologie dieselbe Methode so glücklich befolgt."

„Ich habe gewünscht, daß Sie, hochverehrter Freund, einen deutlichen Begriff von meinem Unternehmen durch mich selbst erhalten möchten. Es ist mir nicht geglückt, das Ganze in einen Band zusammenzudrängen, und doch würde es in dieser Kürze den großartigsten Eindruck hinterlassen haben. Ich hoffe, daß 2 Bände das Ganze fassen. Keine Note unter dem Texte, aber hinter den Kapiteln Noten, welche ganz ungelesen bleiben können, die aber solide Erudition und mehr Einzelnheiten enthalten. Das Ganze ist nicht, was man gemeinhin physikalische Erdbeschreibung nennt, es begreift Himmel und Erde, alles Geschaffene. Ich hatte vor 15 Jahren angefangen, es französisch zu schreiben, und nannte es Essai sur la physique du Monde. In Deutschland wollte ich es anfangs das Buch von der Natur nennen,

wie man dergleichen im Mittelalter von Albertus Magnus hat. Das iſt alles aber unbeſtimmt. Jetzt iſt mein Titel: Kosmos, Entwurf einer phyſiſchen Erdbeſchreibung von A. v. H. Nach erweiterten Umriſſen ſeiner Vorleſungen in den Jahren 1827 und 1828.' Bei Cotta. Ich wünſchte das Wort Kosmos hinzuzufügen, ja die Menſchen zu zwingen, das Buch ſo zu nennen, um zu vermeiden, daß man nicht H.'s phyſiſche Erdbeſchreibung ſage, was denn das Ding in die Klaſſe der Mitterſacher'ſchen Schriften werfen würde."

Aus dem Vorhergehenden erhellt, daß Humboldt ſich deſſen wohl bewußt war, was er im Kosmos gab, und überblickt man das reiche Programm des Werkes, ſo wird man es leicht erklärlich finden, warum das Buch, das neben ſeinem wiſſenſchaftlichen Werthe zu gleicher Zeit ein Muſter deutſchen Styles iſt, ein ſo außerordentliches Aufſehen machte. Der Kosmos iſt ein Denkmal deutſcher Wiſſenſchaftlichkeit und wir Deutſche haben alle Urſache, darauf, als eine Zierde unſerer Literatur, ſtolz zu ſein.

Es iſt Humboldt nicht gelungen, das Ganze, wie er urſprünglich beabſichtigte, in 2 Bände zuſammenzudrängen, denn der allgemeine Theil allein nimmt dieſen Raum ein; ein dritter Band enthält das Specielle des uranologiſchen Theiles, ein vierter war für das Specielle der Erde beſtimmt. Leider hat der Verfaſſer den letzten Theil nicht zur Vollendung bringen können, wenigſtens hat er die Veröffentlichung nicht erlebt, wenn, wie bald nach ſeinem Tode in den Zeitſchriften verſichert wurde, dieſe noch zu erwarten ſteht. Das, was veröffentlicht iſt, geht bis zum Abſchluſſe der Beſprechung der Reaction des Erdinnern auf die Oberfläche, des Vulcanismus, und es fehlen ſonach, wenn wir das obige Programm zu Grunde legen, die Gegenſtände von der „Gliederung der Maſſen" an. Wahrſcheinlich iſt ein größerer Theil des fehlenden Reſtes der Pflanzengeographie gewidmet.

Der Kosmos enthält der Natur der Sache nach nicht neue Forſchungen, er iſt eine Zuſammenſtellung deſſen, was man bisher erfahren; wenn aber das Werk dadurch einen etwas compilatoriſchen Charakter bekommt, ſo iſt nicht zu überſehen, daß ſein Zweck zunächſt der iſt, das bisher Geſonderte zu vereinen und in ſeinem Zuſammenhange als Ganzes darzuſtellen. Hiezu kommt noch als durchaus nicht zu vernachläſſigender Umſtand der, daß der Verfaſſer des Kosmos — die rein aſtronomiſchen Forſchungen höchſtens ausgenommen — in erſter Reihe dazu beigetragen hat, die einzelnen Gegenſtände

1) Dieſer letzte Satz iſt bei der Herausgabe des Buches weggeblieben.

auf die Höhe zu erheben, in der wir sie jetzt sehen. Allenthalben konnte Humboldt sagen: Quorum magna pars ego fui.

Auch hier, wie in den beiden ersten Abschnitten, will ich den vorliegenden Stoff in einzelne Kapitel absondern; ich sehe mich jedoch auch hier wieder, ja mehr noch als früher, in die Nothwendigkeit versetzt, verwandte Gegenstände aus einander zu reißen, so daß die neue Eintheilung hier um so mehr als widernatürlich erscheinen könnte, als bei Humboldt mit seinen vorschreitenden Jahren die Gränzen der sogenannten Zweige der Naturwissenschaft sich mehr und mehr verwischten, da er die einzelnen seiner Untersuchung vorliegenden Objecte nicht mehr mit den Augen des Physikers, des Geologen, des Geographen u. s. w. betrachtete, sondern sie vom allgemeinen wissenschaftlichen Standpunkte, gewissermaßen von allen Seiten zugleich auffaßte. Die Absonderung der einzelnen Theile halte ich im Interesse der Uebersichtlichkeit für nothwendig, obwohl der Natur der Sache nach manche Mißstände damit verbunden sind, und ich wähle daher nachstehende Kapitel, als die hervorragendsten Gegenstände behandelnd, aus.

1) Meteorologie,
2) Geographie,
3) Geschichte der Geographie,
4) Geologie,
5) Magnetismus.
6) Die Zahlzeichen.

Wie sich nicht anders erwarten läßt, findet man in den Humboldt'schen Werken an vielen Stellen die Besprechung von Gegenständen aus der Astronomie, und ein großer Theil des ersten, sowie fast der ganze dritte Theil des Kosmos sind der Sternenwelt gewidmet. Theils sind die Gegenstände gemischt, insofern sie von atmosphärischen Zuständen abhängige Erscheinungen der Sterne, wie Funkeln, scheinbares Schwanken derselben sind, oder (wie dieses namentlich in den Observ. astronomiques des amerikanischen Reisewerkes der Fall ist) die geographische Ortsbestimmung zum Zwecke haben, theils sind sie auch rein astronomisch und von den atmosphärischen Zuständen der Erde unabhängig, wie die Notizen über die Sternschnuppen (Rel. hist. I. 517 u. ff.). Den Haupttheil bilden die Besprechungen der Astronomie im Kosmos, doch sind diese nicht die Resultate der Forschungen Humboldt's; sie sind eine Zusammenstellung der bisherigen Errungenschaften der Astronomie. Man könnte allerdings aus den astronomischen Gegenständen ein eigenes Kapitel bilden; doch glaube ich dasselbe aus dem Grunde übergehen zu können, weil gerade die Hauptsache, die Abhandlungen im

Kosmos, sich weniger durch ihre Neuheit, als durch die Art der Darstellung auszeichnet, die eben ihrer Eigenthümlichkeit wegen in Kürze nicht wiedergegeben werden kann.

B. Humboldt's Arbeiten über einzelne Gegenstände.

Meteorologie.

Die Arbeiten Humboldt's über Meteorologie, von denen mir in diesem Abschnitte zu berichten übrig bleibt, umfassen fast ausschließlich den Wassergehalt und die Wärme der Luft, und finden sich in den Fragmens asiatiques II. und in dem dritten Bande der Asie centrale.

Die große Entfernung Centralasiens von bedeutenden Wasserflächen gibt sich darin zu erkennen, daß die Luft eine sehr geringe Menge von Feuchtigkeit enthält. Je nachdem die Wärme der Luft eine höhere oder eine niedrigere ist, kann die Menge des in einem bestimmten Raume möglicherweise enthaltenen Wasserdunstes eine verschiedene sein (vergl. S. 181), und man kann dieselbe ihrem wirklichen Werthe nach angeben (absolute Feuchtigkeit), man kann aber auch die gefundene Wassermenge mit der vergleichen, die der Temperatur zufolge vorhanden sein könnte, ohne in tropfbar-flüssiger Form ausgeschieden zu werden (relative Feuchtigkeit). Humboldt fand am 5. August 1829 Mittags 1 Uhr in der Steppe Platowskaya die kleinste bisher beobachtete relative Feuchtigkeit ($^{16}/_{100}$).[1] Die Feuchtigkeit der Luft nimmt in Sibirien von West gegen Ost in der Weise ab, daß, während Moskau jährlich 205 Regentage hat, in Kasan 90, in Irkutzk nur 57 beobachtet werden.

Nachdem Humboldt an die Umstände, denen Europa die im Verhältniß zu seiner Breite sehr hohe Mittelwärme verdankt und von denen bereits oben S. 166 die Rede war, erinnert hat, bespricht er die Temperaturverhältnisse Asiens, von dem Europa eigentlich nur eine westlich gerichtete Halbinsel vorstellt. Wenn sich, wie oben gezeigt wurde, für Europa eine große Anzahl von Umständen vereint, die mittlere Wärme zu erhöhen, und die Extreme der Temperatur einander zu nähern, so ist von dem allen in

1) Asie centrale III. 87.

Aſien nichts zu finden. Europa iſt gegliedert und geſtattet dem Meere bis tief in ſein Inneres leichten Zutritt, es iſt dem Weſtwinde ausgeſetzt und ein warmer Waſſerſtrom des Oceans erhöht nicht nur ſeine Temperatur, ſondern verhindert auch, daß das Eis an ſeiner Nordküſte ſich feſtſetzt, die noch dazu keine ſehr hohe Breite erreicht, da ſie nur wenig über den Polarkreis hinausgeht.

Die Strecke, auf welcher Aſien in hohe Breiten geht, iſt weitaus größer, als bei Europa, ja erſteres reicht zwiſchen der Mündung des Jeniſſei und der Lena bis zum 75. Grade, ſeine nördliche Küſte berührt allenthalben die Wintergränze des Polareiſes, und ſelbſt die Sommergränze des letzteren entfernt ſich von ihr nur an wenigen Stellen und da nur für kurze Zeit. Die durch kein Gebirge gehemmten Nordwinde fegen über offene Ebenen hinweg und treffen im Weſten vom Baikalſee bis zum 52. Grade der Breite und weſtlich vom Bolor bis zum 38.° und 36.° eine mit Schnee bedeckte Eisfläche. Dieſe Fläche verlängert in gewiſſem Sinne den Continent nördlich bis zum Pole und nordöſtlich bis zu der Region des Maximums der Kälte, die nach Brewſter im 78.°, nach Ermann im 87.° öſtl. Länge ſein ſoll. Während Europa ſich gegenüber die heißen Tropenländer Afrika's hat, iſt im Süden von Aſien nur eine kleine Zahl unbeträchtlicher Inſeln unter dem Aequator, der Reſt iſt eine weitaus weniger erwärmende Waſſerfläche, und ſtatt gegliedert zu ſein, wie Europa, iſt Aſien zuſammenhängendes, im Weſten von dem erwärmenden Ocean abgeſchnittenes Feſtland, das ſich im Innern zu bedeutenden Hochebenen erhebt.

Das Reſultat dieſer Wirkungen iſt eine Erniedrigung der Temperatur, ein Südwärtsgehen der Iſothermen, dabei aber ein ausgeſprochenes Continentalklima, d. i. eine große Differenz in der Wärme der einzelnen Jahreszeiten.

„Nirgends," ſagt Humboldt[1], „ſah ich ſo prächtige Trauben, als in Aſtrachan, an dem Geſtade des caſpiſchen Meeres (jährliche Mittelwärme 10°,2) und eben dort, ja noch weiter im Süden, an der Mündung des Terek (in einer Breite, wie die von Avignon und Rimini) ſieht man das hunderttheilige Thermometer oft auf 25—30 Grade unter Null fallen. Auch in Aſtrachan, wo bei Sommern, ſo heiß, wie die der Provence und der Lombardei, die Vegetation durch künſtliche Bewäſſerung auf einem ſalzgetränkten Boden unterſtützt wird, muß man im Winter die Reben tief in der Erde vergraben. Derſelbe Umſtand des exceſſiven Klima's macht auch in Ame-

1) Asie centrale III. 32.

rika, nördlich vom 38. Breitengrade, die Erzeugung trinkbaren Weins ſo ſchwierig."

Im Gegenſatze hiezu zeigt ſich im ruſſiſchen Amerika wieder eine Abſtumpfung der Jahreszeiten. In Roß gedeiht der Oelbaum, obwohl die dortige Jahreswärme kaum höher iſt, als die von Paris; aber die Winter ſind dort im Mittel um 6 Grade wärmer. Doch iſt in derſelben Breite ($38\frac{1}{2}^0$) in Südeuropa die Jahreswärme 17^0—18^0, d. h. 6^0 höher, als in Roß. Höchſt auffallende Beiſpiele des Unterſchieds von Inſel-, Küſten- und Continentalklimaten bilden Nova-Zembla, Jakutzk ($62^0 1'$) und Uſtjansk an der Mündung der Yana ($70^0 55'$). An beiden letzteren Orten iſt die Temperatur in den kälteſten Monaten unter -40^0 C. In dem continentalen Jakutzk fällt in vielen Jahrgängen und für mehrere Tage das Thermometer auf -53^0 und -54^0, ja am 25. Januar 1829 ſank es bis -58^0. Alle Jahre gibt es nach Ermann dort 60 Tage, deren Mitteltemperatur unter dem Gefrierpunkte des Queckſilbers (-39^0) iſt. Doch iſt trotz gleicher Wintertemperatur die mittlere Jahreswärme in dem an der Küſte gelegenen Uſtjansk ($-16^0,6$) um 9^0 unter der von Jakutzk. Im Vergleiche zu dieſen Wintern iſt der von Nova-Zembla ein milder genannt worden, denn das Queckſilber gefriert dort ſelten und auf der Weſtküſte vielleicht gar nie. Während dagegen in Uſtjansk die Sommerwärme bis $9^0,2$ ſteigt, beträgt ſie in Nova-Zembla unter derſelben Breite nur $2^0,1$—$3^0,6$, und hier iſt vielleicht nach Winter Harbour und Ingglulik diejenige Gegend, in der die Sommer am kälteſten und darum der Entwicklung der Vegetation am wenigſten günſtig ſind.

Die Abnahme der Jahreswärme gegen Oſten hin, die zugleich mit dem Auseinandertreten der Jahreszeiten ſich bemerklich macht, zeigen ganz deutlich die von Humboldt[1] angegebenen Data:

	Breite	Höhe	Wärme
Moskau	$55^0 46'$	67^t	$4^0,7$
Kaſan	$55^0 58'$	6^t	$1^0,9$
Slatuſt (im Ural)	$55^0 11'$	164^t	$0^0,2$.

Gegen den Aequator zu werden die Unterſchiede zwiſchen den Mittelwärmen verſchiedener Längen, folglich auch die Krümmungen der Iſothermen allmälig geringer, und letztere dem Aequator mehr parallel. Eine Vergleichung, die Humboldt zwiſchen der Wärme von Macao, Havanna und Rio-Janeiro, alle 3 in der Nähe der Wendekreiſe gelegen, anſtellt, gibt

1) Asie centrale III. 59 u. ff.

für das asiatische Macao noch ein Minus von 1° bezüglich Rio-Janeiro und 3° bezüglich der (durch die Strömungen des mexicanischen Busens) abnorm erwärmten Havanna; aber doch sind die Unterschiede nicht mehr sehr bedeutend, und eine Zusammenstellung von 10 asiatischen Orten, die innerhalb 0 und 1° liegen, zeigt ein Mittel von 26°,9, während Humboldt die Mittelwärme dieser Zone nicht über 27°,7 schätzt.

Nach Besprechung dieser Eigenthümlichkeiten Asiens wendet sich unser Gelehrter zum Allgemeinen; er betrachtet die Ursachen der Krümmungen der Temperaturcurven, und hierin haben wir vorzugsweise einen Unterschied zwischen der im vorigen Abschnitte angeführten Abhandlung über die Isothermen zu suchen. Dort hat er sich zunächst damit beschäftigt, den wirklichen Stand der Temperaturvertheilung über die Erdoberfläche, die Gestalt der Isothermen zu untersuchen. Seine Arbeit fand außerordentlichen Beifall und allerwärts war man bestrebt, die Unvollkommenheiten der ersten Humboldt'schen Isothermen zu verbessern, d. i. durch möglichst viele an Ort und Stelle gemachte Beobachtungen Material herbeizuschaffen, und dadurch mehr Gewißheit über den Gang der Curven zu erhalten, denn da Humboldt bei dem ersten Entwurfe an genauen Daten sehr beschränkt war, mußte er sich genöthigt sehen, seine Linien mitunter durch weite Strecken fortzusetzen, von denen man noch keine Wärmemessungen hatte. Es war daher nothwendig, an möglichst vielen, über die ganze Erde zerstreuten Punkten zu beobachten, und so aus den Beobachtungen den Gang der Temperaturcurven, den Humboldt nur im Allgemeinen angeben konnte, besser im Detail auszuarbeiten. Nunmehr konnte Humboldt daran gehen, statt der jetzt bekannten Gestalt der Curven, die Ursachen ihrer Krümmungen aufzusuchen. Hiezu hat er schon 1827 in der oben S. 166 angeführten Abhandlung den Anfang gemacht, hat dort die hauptsächlich wirkenden Umstände untersucht und Anwendungen auf die Temperaturverhältnisse von Europa gemacht. In den Fragmens asiatiques, noch mehr ausgeprägt in der Asie centrale III. kommt die weitere Ausarbeitung des dort begonnenen Werkes.

Nimmt man zunächst einen Zustand der Erdoberfläche an, der so geartet ist, daß die Linien gleicher Wärme, seien sie Isothermen, Isotheren oder Isochimenen, alle dem Aequator parallel werden, so bekommt man für ihre einzelnen Punkte Temperaturen, die wenigstens bei dem jetzigen Zustande der Wärme des Erdinnern ganz von der astronomischen Lage und der Stellung der Sonne abhängen; man bekommt das von Mairan sogenannte Solarklima (s. o. S. 145). In der Wirklichkeit findet aber noch eine Menge

von Einflüſſen ſtatt, die dieſes Solarklima modificiren, und daraus das wirkliche Klima machen. Soll daher dieſes letztere a priori beſtimmt werden, ſo wird nothwendig ſein, alle dieſe Einflüſſe zu unterſuchen, den Werth derſelben, oder mit andern Worten, ihr Gewicht, zu beſtimmen, und dann gegen einander abzuwägen. Eine ſtrenge Durchführung dieſer Arbeit wird allerdings für jetzt, wahrſcheinlich auch für die Zukunft, ein frommer Wunſch bleiben; aber es iſt jedenfalls zu wünſchen, daß man unter gegenwärtigen Umſtänden thut, was ſich thun läßt, und mit dieſer Aufgabe ſehen wir denn auch Humboldt beſchäftigt.

Elemente, welche die Temperatur erhöhen, alſo die Temperaturcurve dem Pole nähern, ſind in der gemäßigten Zone: die Nähe einer Weſtküſte, der Umſtand, daß die Geſtaltung eines Landes viele Halbinſeln und Binnenmeere bietet; die Stellung eines Theils eines Continents ſei es gegen ein eisfreies Meer, das ſich über den Polarkreis hereinerſtreckt, ſei es gegen eine beträchtliche Ländermaſſe, die zwiſchen denſelben Meridianen, aber der Breite nach unter dem Aequator oder unter einem Theile der Tropenzone liegt; das Vorherrſchen von Winden, die aus Süd und Weſt an dem weſtlichen Rande eines Continentes der gemäßigten Zone eintreffen; Bergketten, die als Schirm gegen Winde dienen, welche aus kältern Gegenden kommen; Seltenheit von Sümpfen; Entholzung von dürrem, ſandigem Boden; großes Vorherrſchen der Heiterkeit des Himmels im Sommer; die Nähe eines Meeresſtromes, welcher Waſſer herbeiführt, das wärmer iſt, als das der umgebenden Meere.

Erkältende Umſtände, die alſo die Iſothermen gegen den Aequator biegen, ſind: die Erhebung eines Ortes über die Meeresfläche bei Abweſenheit ſich weit erſtreckender Hochebenen; die Nähe einer Oſtküſte bei hohen und mittleren Breiten; Mangel an Buchten in den Umriſſen eines Landes, das ſich gegen den Pol zu (ohne Zwiſchentreten offenen Meeres) bis zum ewigen Eiſe erſtreckt, oder zwiſchen ſeinen Meridianen in der Gegend des Aequators ein Meer und kein Feſtland beſitzt; Bergketten, deren Richtung den Zutritt warmer Winde erſchwert; Nähe freiſtehender Berge, an deren Seiten die Nacht über Winde herabkommen; große Waldungen; Häufigkeit von Sümpfen, da dieſe bis mitten in den Sommer hinein kleine unterirdiſche Gletſcher bilden; ein im Sommer umzogener Himmel, der die Einwirkung der Sonnenſtrahlen auf den Erdboden hemmt; ein heiterer Himmel im Winter, weil er die Ausſtrahlung der Wärme erleichtert.

Wie man ſehr leicht ſehen kann, ſind die erwärmenden Urſachen faſt ſämmtlich bei dem Klima von Europa thätig, während in Aſien das Gegen-

theil ſtattfindet, und wir haben daher in letzterem Welttheile eine bedeutende Krümmung der Iſothermen gegen den Aequator zu erwarten, was von der Beobachtung in der That beſtätigt wird.

In der Beſprechung der einzelnen Wirkungen ſehen wir Humboldt zunächſt mit den Beziehungen zwiſchen Land und Waſſer beſchäftigt.

Unterſucht man die Wirkung einer größeren Waſſermaſſe, ſo zeigt ſich, daß vermöge der Gleichförmigkeit der Oberfläche und der Regelmäßigkeit der Geſtalt derſelben auch eine Gleichförmigkeit der Sonnenwirkung angeſtrebt werden muß, und darum werden auch die Wärmecurven auf weiten Meeren weniger von deren Normalzuſtande, dem Parallelismus mit dem Aequator abweichen, wenn auch in Folge von (zunächſt durch die Geſtaltung des Landes verurſachten) Strömungen im Meere die vollſtändige Regelmäßigkeit nicht erreicht wird. Das Waſſer iſt für die Sonnenſtrahlen zum Theil durchdringbar. Fallen Strahlen auf Waſſer, ſo wird ein Theil derſelben die Oberfläche erwärmen und ſich dabei erſchöpfen, während der durch dieſen Verluſt immer ſchwächer werdende Reſt die Temperatur der tiefer liegenden Schichten erhöht. Vergleicht man damit das Land, ſo findet ſich, daß, weil die Subſtanzen, aus denen der feſte Boden zuſammengeſetzt iſt, die Sonnenſtrahlen nicht durchlaſſen, letztere ſich an der Oberfläche ſammeln und ihre ganze Wirkung auf derſelben concentriren müſſen, wodurch eine bedeutendere Erhöhung der Temperatur erzielt wird, aber auch eine um ſo größere Abkühlung bei Nacht und im Winter, denn es muß, wie man bei jedem Ofen ſehen kann, das was ſchneller warm wird, auch ſchneller erkalten. Zwiſchen Waſſer und Land iſt derſelbe Unterſchied, wie zwiſchen 2 Körpern von ungleicher Dicke und es folgt hieraus, daß die Temperaturſchwankungen, ſowohl tägliche als jährliche, auf dem Lande größer ſein müſſen, als auf dem Waſſer. Hiebei iſt abgeſehen von der Verſchiedenheit des Abſorptions- und Strahlungsvermögens der verſchiedenen Körper. Ihre Wirkung iſt eine Erhöhung der oben erwähnten, wechſelt aber auf dem Lande mit den die Oberfläche zuſammenſetzenden feſten Körpern.

Die Einwirkung der Temperaturverhältniſſe des Waſſers auf die des Landes muß um ſo größer werden, je größer die Begränzungslinie der beiden im Verhältniſſe zu der Maſſe des Landes iſt. Jede Wirkung in der Natur iſt am mächtigſten da von wo ſie ausgeht, und nimmt ab, wenn die Entfernung wächſt. Nahe an dem Feuer iſt es, wie allgemein bekannt, wärmer, als weit davon, denn die Wärmewirkung geht vom Feuer aus, und ſo iſt es allenthalben. Wenn nunmehr ein Land ſo geſtaltet iſt, daß von keinem Punkte deſſelben die Entfernung von der Küſte ſehr groß iſt, ſo muß ſich die

Wirkung des Waſſers ſtärker verſpüren laſſen, als in einem compact gebildeten Continente, deſſen Inneres weit ab von jedem Meere liegt. Je zerriſſener alſo ein Land iſt, je mehr es von der Geſtalt eines Kreiſes, derjenigen Figur, die bei ſonſt gleicher Fläche die kleinſte Peripherie hat, abweicht, alſo je größer im Verhältniſſe zu ſeiner Fläche ſeine Küſtenlinie iſt, um ſo mehr wird ſich die Wirkung des Meeres, ſei ſie, welche ſie wolle, im Innern verſpüren laſſen. Unter allen Welttheilen iſt Europa am meiſten durchbrochen. Nach der Beſtimmung Humboldt's[1] hat Europa die Küſtenlänge 3,03, Aſien 2,41, Afrika 1,35, Neuholland 1,44, Südamerika 1,69 und Nordamerika 2,89, während jedes dieſer Gebiete nur die Küſtenlänge 1 hätte, wenn es vollkommen kreisförmig wäre. Daraus folgt, daß die Geſtalt Europas von der des Kreiſes unter allen übrigen Welttheilen am weiteſten abweicht.

Die Einwirkung des Meeres auf das Land muß daher in Europa jedenfalls am größten ſein. Welcher Art iſt aber dieſe Wirkung? Ein kalter Körper neben einen warmen geſtellt, erkältet den letzteren, ein warmer neben einem kalten erwärmt dieſen. Das Meer iſt im Sommer kälter als das Land, im Winter wärmer, es wird daher das Land im Sommer abkühlen, im Winter erwärmen, es wird alſo die extremen Jahreszeiten abſtumpfen, und wir bekommen ſo den Unterſchied zwiſchen Continental- und Küſten- oder Inſelklima. Europa hat vorherrſchend das erſtere, Aſien, wenigſtens das nördliche, vorherrſchend das letztere.

„Eine Inſel, eine Landzunge, ein Küſtenſtrich," ſagt Humboldt[2], „die an eine große Waſſermaſſe gränzen, welche im Winter eine beträchtliche Menge der im Sommer empfangenen Wärme behält, in der die erkalteten Theilchen nach unten ſinken, und deren Oberfläche, ſo lange man nicht über 70°—75° Breite hinausgeht, ſich nicht mit Eis überzieht, folglich auch keine Schneelager bildet, wird bei ſonſt gleichen vorherrſchenden Winden, ja ſogar bei vollkommener Ruhe der Luft, ein viel mehr gemäßigtes Klima, mildere Winter und kühlere Sommer und im Ganzen eine etwas höhere Jahreswärme haben, als das Innere großer Continentalmaſſen. Das Eigenthümliche des Continentalklimas iſt die Analogie mit denjenigen Klimaten, welche Buffon wegen des großen Unterſchiedes der Jahreszeiten exceſſive genannt hat, und dieſe Analogie nimmt zu mit der Breite, ſowie auch in der gemäßigten Zone beider Continente mit der öſtlichen Lage.

---

1) Asie centrale III. 142.

2) Fragmens II. 457. Asie centrale III. 146.

Humboldt nimmt, wie aus Vorstehendem erhellt, an, daß die Mittelwärme eines Küstenortes durch das nahe Meer etwas höher werde, und die Wirkung des Wassers ist ihm zunächst derjenigen analog, welche ein Körper, der sich schwierig erwärmt und schwer erkaltet, auf einen andern ausübt, bei dem beide Vorgänge sehr rasch eintreten; doch dürfte hier die Erhöhung der Wärme des Landes durch das Meer, vorausgesetzt, daß man von allen Strömungen absieht, nur eine sehr geringe sein, denn unter gleicher Breite ist die Wirkung der Sonnenstrahlen auf Wasser und Land der gleichen Einfallswinkel wegen gleich, und es muß die Mittelwärme beider auch gleich sein, denn nur die Schwankungen beider um das Mittel sind verschieden. Sind aber die Mittel gleich, so muß das Land im Sommer durch das Meer um nahezu denselben Werth erkältet werden, um den es im Winter erwärmt wird, auch wenn man die Verschiedenheit des Absorptions- und Emissionsvermögens in Rechnung zieht, und die bloße Nähe reicht daher zur Erklärung der Erscheinung, daß die Meeresküsten wärmer sind als das Binnenland, nicht aus. Humboldt dürfte wohl etwas zu wenig Werth auf die latente Wärme gelegt haben, welche wenigstens nach meinem Dafürhalten hier eine bedeutende Rolle spielt. Wenn nämlich eine große Wasserfläche der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, so wird ein Theil des Wassers verdampfen; um aber aus der tropfbarflüssigen Form des Wassers in die luftförmige des Wasserdampfes übergehen zu können, wird eine große Menge von Wärme erfordert, die, so lange die Luftform bleibt, nicht auf das Gefühl, nicht auf das Thermometer wirkt und darum latent heißt. Verdunstet also im Meere viel Wasser, so wird ersterem eine große Menge von Wärme entzogen, die zur Bildung des Wasserdampfes verwendet wird, und wenn dieser Wasserdampf über das Land geführt als Regen herniederfällt, also die tropfbare Gestalt wieder annimmt, so wird die latente Wärme frei, dient also zur Erhöhung der Landwärme auf Kosten der des Wassers, und die Wasserdämpfe sind daher in gewissem Sinne die Verpackung, in welcher das Land Wärme erhält. Das Wasser wird in tropfbarflüssiger Gestalt in den Flüssen wieder dem Meere zugeführt, aber die Wärme ist geblieben oder hat eine andere Verwendung gefunden. Darum muß die mittlere Wärme des Landes größer sein, als die des Meeres und diejenige Halbkugel der Erde, auf welcher mehr Land ist, die nördliche, wird wärmer sein, als die wasserreiche Südhälfte, wie dieses auch von der Erfahrung bestätigt wird. In der Nähe des Meeres ist größerer Niederschlag tropfbarflüssigen Wassers zu erwarten, als im Binnenlande, das Meer wirkt in der Nähe stärker als in der Ferne, also ist dort eine höhere Temperatur. Wo viele Niederschläge sind, da muß es

auch viele Wolken geben. Dieſe verhindern aber im Sommer das Eindringen der Sonnenſtrahlen, im Winter dagegen und in der Nacht zu großes Ausſtrahlen von Wärme, die von der Erde weg in den Weltraum geht, und in Aſien iſt der Winter aus demſelben Grunde kälter, als bei uns die hellen, heiteren Nächte eine niedrigere Temperatur bringen, als die trüben.

Während eisfreies Meer zur Erhöhung der Wärme des Landes beiträgt, übt mit Eis bedecktes im Sommer den entgegengeſetzten Einfluß aus, denn um das Eis in Waſſer umzuwandeln iſt wieder Wärme erforderlich, die ohne die fühlbare Temperatur zu erhöhen auf ſo lange verſchwindet, als das Waſſer nicht wieder feſt wird. Werden Eisberge an eine Küſte geführt, ſo werden ſie, indem ſie ſchmelzen, letzterer eine große Menge von Wärme entziehen. Geht der Waſſerdunſt der Luft im Winter in Schnee über, ſo wird zweimal latente Wärme frei, das einemal diejenige, welche gebunden wurde, als das Waſſer aus dem Dunſte, und das anderemal diejenige, die gebunden wurde, als das Eis aus dem Waſſer ſich bildete, und die Winter wären daher ohne Schneefall viel kälter; aber im Frühjahr muß, wenn der Schnee weggeſchmolzen werden ſoll, viel Wärme dazu verwendet werden, denn erſt das Schneewaſſer, nicht der Schnee läuft ab, und nur diejenige Wärme bleibt als Reingewinn, welche das ablaufende Flußwaſſer weniger hat als der herbeigekommene Dampf. Im Schnee macht der Winter Schulden, welche das Frühjahr bezahlen muß.

Vergleicht man die Mittelwärme verſchieden weit vom Ocean entfernter, aber unter gleicher Breite gelegener Orte, ſo ergibt ſich:[1]

Amſterdam	52° 22′ Br.	11°, 9
Warſchau	52° 14′ „	8°, 2
Kopenhagen	55° 41′ „	7°, 6
Kaſan	55° 48′ „	3°, 1

Correſpondirende Orte, welche das Auseinandertreten der extremen Jahreszeiten zeigen, ſind:

Peſth	47° 29′ Br.	10°, 6 m. W.	(— 0°, 6 und + 21°, 4)
Nantes	47° 13′ „	12°, 6 „ „	(4°, 7 und 18°, 8)
Wien	48° 12′ „	10°, 3 „ „	(0°, 4 und 20°, 7)
St. Malo	48° 39′ „	12°, 1 „ „	(5°, 7 und 18°,9)
Kaſan	55° 48′ „	3°, 1 „ „	(— 16°, 6 und 18°, 8)
Edinburg	55° 57′ „	8°, 8 „ „	(3°, 7 und 14°, 6)

1) Fragmens II. 462.

Durch Vergleichung einer großen Anzahl von innerhalb der Tropen angeſtellten Temperaturbeobachtungen fand Humboldt, daß die dortige mittlere Luftwärme im Binnenlande um 2°, 2 höher ſei, als über dem Meere (und der oben ausgeſprochenen auf Anwendung der Lehre von der latenten Wärme beruhenden Theorie zufolge muß dieſes auch ſtattfinden). Wird nun die über dem tropiſchen Lande erwärmte Luft in höhere Breiten geführt, ſo muß ſie dort auch ſtärker wirken. Das Land iſt aber wie auf der Erde allenthalben ſo auch in den Tropen ungleich vertheilt, denn ſetzt man die ganze Fläche zwiſchen den Tropen, die nicht vom Meere eingenommen wird, gleich 1000, ſo fallen davon 461 Theile auf Afrika, 301 auf Amerika, 124 auf Neuholland und den indiſchen Archipel und 114 auf Aſien. Auf Amerika und Afrika kommen mithin zuſammen 762 Theile, die zwiſchen 132¾ Graden der Länge eingeſchloſſen ſind, während auf den Reſt von 227¼ Graden nur 238 Theile treffen. Darum muß die gemäßigte Zone, da ſie durch die Winde, unter denen wieder die Südweſtwinde die Hauptrolle ſpielen, Luft aus den Tropen bekommt und dadurch erwärmt wird, wo und ſoweit ſie unter dem Einfluſſe des Maximums des tropiſchen Feſtlandes ſteht, wärmer ſein, als an den übrigen Theilen, und die vorzugsweiſe begünſtigte Parthie iſt der Weſten des alten Continents.

Sehr große Aufmerkſamkeit ſchenkte Humboldt den Einwirkungen der Bodenbeſchaffenheit auf die Temperaturverhältniſſe. Bekanntlich geht die Wärme von einem Körper auf einen anderen mit ihm in Berührung ſtehenden oder von einem Körpertheile auf einen andern durch ſogenannte Leitung über, indem auf der einen Seite die Temperatur ſteigt, während ſie auf der andern abnimmt, und dieſer Vorgang dauert ſo lange, als noch ein Wärmeunterſchied vorhanden iſt. Dieſer Austauſch von Wärme findet Schritt für Schritt in der Weiſe ſtatt, daß alle dem wärmern Körper, den wir als Quelle der Wärme nehmen wollen, näheren Theile immer wärmer ſind, als die entfernteren. Neben dieſer Leitung der Wärme gibt es noch die Mittheilung derſelben durch Strahlung, die darin beſteht, daß von der Wärmequelle nach allen Richtungen hin und im Allgemeinen geradlinig etwas ausgeht, was die in dem Wege befindlichen Gegenſtände je nach der Temperatur der Quelle mehr oder weniger erwärmt. Die wenigſtens für die Erde intenſivſte Wärmequelle iſt die Sonne, von deren Strahlen die Temperatur der Erdoberfläche abhängt. Von dieſen Sonnenſtrahlen war im Vorhergehenden als von einem allgemein bekannten Gegenſtande wiederholt die Rede; es möge mir jedoch geſtattet ſein, hier in Kürze einige Sätze über die Wärmeſtrahlung überhaupt und namentlich über das verſchiedene Verhält-

niß der Körper hiezu anzuführen. Alle Körper ſtrahlen beſtändig nach allen Richtungen hin Wärme aus; ſie bekommen aber auch wegen dieſer Allgemeinheit dieſes Phänomens fort und fort von allen Seiten her wieder Wärme und da die Menge der ausgeſandten Strahlen, alſo die Ausgabe, mit wachſender Erkaltung abnimmt, muß jedesmal, ſo lange die Verhältniſſe ſich gleich bleiben, ein Gleichgewichtszuſtand zum Vorſchein kommen, in dem Einnahme und Ausgabe ſich gegenſeitig aufheben. Solange der Körper mehr ausgibt als einnimmt, ſo lange erkaltet er; aber indem er erkaltet, wird die Ausgabe geringer und mit ihr auch der Verluſt; es muß endlich dazu kommen, daß beide, Einnahme und Ausgabe, ſich das Gleichgewicht halten. Dasſelbe findet ſtatt, wenn ein Körper ſich durch Mehreinnahme erwärmt, denn in Folge der durch die Mehreinnahme erhöhten Temperatur wird die Ausgabe größer und größer. Das Verhalten der Körper gegen die von außen kommenden Strahlen iſt ein ſehr verſchiedenes. Wie es Körper gibt, welche den Lichtſtrahlen den Durchgang geſtatten (durchſichtig ſind), ſo gibt es auch Stoffe, welche den Wärmeſtrahlen gegenüber daſſelbe Verhalten beobachten (diatherman ſind). Beide Klaſſen fallen im Allgemeinen mit einander zuſammen. Unter allen irdiſchen Stoffen am meiſten diatherman ſind die Luftarten und darum wird es möglich, daß die Wärmeſtrahlen ohne vollſtändig in der Atmoſphäre abſorbirt zu werden, noch auf deren Boden gelangen können. Da nun die Atmoſphäre nur den kleineren Theil der Sonnenſtrahlen für ſich behält, muß ihre Erwärmung offenbar geringer ausfallen, als wenn ſie alle behielte; dieſer durchgehende Reſt aber kann auf Gegenſtände fallen, welche weniger uneigennützig das, was ſie bekommen, zur Erhöhung der eigenen Wärme benützen. Auf dieſe Weiſe kann es kommen, daß die Temperatur von auf dem Grunde des Luftmeeres liegenden Gegenſtänden höher iſt, als die der Luft, obwohl letztere zwiſchen ihnen und der Sonne, der Wärmequelle, iſt. Dieſer Umſtand iſt ein charakteriſtiſcher Unterſchied zwiſchen der Wärmeſtrahlung und Wärmeleitung, denn bei letzterer iſt, wie bereits erwähnt, jedesmal der der Wärmequelle nähere Gegenſtand auch der wärmere. Die auf einen athermanen, d. i. einen für die Wärmeſtrahlen undurchdringbaren Körper fallenden Strahlen werden von dieſem nicht ſämmtlich abſorbirt und zur Temperaturerhöhung benützt, ſondern zum Theil reflectirt, und gehen zu andern irdiſchen Gegenſtänden oder durch die Atmoſphäre zurück in den Weltraum. Der abſorbirte Theil, alſo das was nach der Reflexion noch bleibt, iſt wieder für die verſchiedenen Körper verſchieden: ſchwarze oder dunkle Gegenſtände abſorbiren mehr als hellfarbige, rauhe mehr als glatte. Ein ſchwarzer, rauher Gegenſtand, der neben einem hellen, glatten in ganz

gleicher Weiſe der Sonne ausgeſetzt iſt, wird daher ſtärker erwärmt werden, als letzterer; ja bei einem und demſelben Körper findet ungleiche Erwärmung ſtatt, wenn man durch partielles Anſtreichen, Rauhmachen oder Glätten die Oberfläche ändert. Dieſelben Gegenſtände, welche die Wärmeſtrahlen leicht aufnehmen, ſtrahlen die Wärme unter ſonſt gleichen Umſtänden auch leichter wieder aus: in der Nacht und im Winter geben ſie mehr Wärme ab, und wie die Ausgabe der Einnahme entgegengeſetzt iſt, wird auch im Gegenſatze zu der oben erwähnten Erſcheinung ein an der Erdoberfläche gelegener guter Ausſtrahler um mehrere Grade kälter werden können, als die Luftſchichten über ihm. Der Verluſt, den die Erde durch Wärmeſtrahlung gegen den Weltenraum erleidet, iſt bei klarem Himmel ſtärker als bei bewölktem, denn im letzteren Falle ſenden die Wolken den größten Theil der Strahlen zurück.

Unſere Erdoberfläche iſt aus den manchfaltigſten Stoffen zuſammengeſetzt; bald iſt der Boden mit Wald bedeckt, bald findet man auf weiten Strecken nichts als kahlen Sand oder niedrige Kräuter. All dieſe Verſchiedenheiten üben wieder ihre Einflüſſe aus, und darum wird, abgeſehen von den bereits erwähnten Wirkungen, die Temperatur bald erhöht, bald erniedrigt. Humboldt hat dieſelben wenigſtens für die größere Flächen bedeckenden Subſtanzen unterſucht, und iſt dabei auf die bereits oben angeführten Reſultate gekommen.

Ueber die Einwirkung der Höhen ſagt er:[1] „Das Relief oder die polyedriſche Geſtalt der Erdoberfläche wirkt (unter bloßer Berückſichtigung der Geſtaltung und mit Ausſchluß der Wirkung von Farbe, Vegetation u. ſ. w.) auf das Klima durch die größere oder geringere Erhebung über die Normalebene des Oceans, durch die Neigung der Abhänge und die verſchiedene Stellung gegen die Sonnenſtrahlen, durch die Schatten, welche einzelne Theile in den verſchiedenen Tages- und Jahreszeiten auf andere werfen, durch Ungleichheit der nächtlichen Strahlung, je nachdem der Boden ſich gegenüber einen mehr oder weniger klaren und von Nebeln und Wolken entblößten Himmel hat. Vermöge der Wärmeſtrahlung dunkler Gegenſtände von großer Oberfläche, die in die Atmoſphäre hineinragen, erwärmen die Berge die ihnen nahen Luftſchichten und dieſes verurſacht Strömungen, die häufig von den erkältenden Wirkungen großer Wolkenſchatten unterbrochen werden. Die Hochebenen wirken wegen der Gleichförmigkeit ihrer Oberfläche und ihrer Ausdehnung wie Zwiſchenſtufen. Directe Beobachtungen haben

1) Fragmens II. 527.

mich gelehrt, daß unter den Tropen in der Andescordillere Hochebenen von 25 Quadratmeilen die Mittelwärme der Luft um $1^{0},5$—$2^{0},3$ über diejenige erheben, welche man bei gleicher Höhe an steilen Bergabhängen findet. Würde sich das Meeresniveau durch eine außergewöhnliche Erdumwälzung beträchtlich erniedrigen, so würden die gegenwärtigen Ebenen und Plateaux an Wärme abnehmen."

Nach diesem geht Humboldt[1] auf ein Thema über, das wir bereits im vorigen Abschnitte S. 160 u. S. 165 kennen gelernt haben und das eine Art von Lieblingsgegenstand gewesen zu sein scheint, auf die Höhe der Schneegränze. Nachdem er angeführt, daß Bouguer in seiner Figure de la terre die Schneelinie als mit derjenigen Höhe zusammenfallend betrachtet hatte, in welcher die mittlere Wärme 0° sei, führt er die oben S. 160 angedeutete Theorie weiter aus, und findet, daß die Höhe der Sommergränze des Schnee's, also diejenige, die man gewöhnlich als die wirkliche Schneegränze betrachtet, das Resultat der entgegengesetzten Wirkungen des Sommers und des Winters sei. Die Anzahl von Toisen, um welche der Schnee im Sommer zurückgedrängt wird, hängt weder von der Wärme des Sommers allein, noch von der des wärmsten Monats, sondern von einer ganzen Menge von Umständen ab. Unter diesen spielen die Hauptrolle die Menge und der Zusammenhang des im Winter gefallenen Schnees, die Gestalt, Nacktheit und Entfernung naher Hochebenen, die Gestaltung der Gipfel, Richtung der Winde, mehr oder minder continentale Lage des Ortes, die Menge in der Nähe befindlicher Schneelager und endlich heiterer oder trüber Himmel.

Bei dieser großen Menge von Wirkungen kann es sehr leicht kommen, daß der Ort, an dem die Schneegränze am höchsten steigt, nicht unter dem Aequator selbst liegt, und daß überhaupt die Regel, wonach die Schneegränze mit zunehmender Breite niedriger wird, nicht ohne Ausnahmen ist. Hierauf kam Humboldt bereits 1816, als die Messungen von Webb aus dem Himalaya bekannt wurden, und er hat schon in den im 2. Abschnitte angeführten Abhandlungen auf die Einwirkung des Hochlandes von Tübet hingewiesen. Im Jahre 1826 hat Pentland auch in Bolivia die Schneegränze höher gefunden, als Humboldt unter dem Aequator. Im 3. Bande der Asie centrale S. 360 findet sich eine Tabelle verschiedener Schneegränzen mit Angabe der jeweilig an der Meeresküste stattfindenden Jahres- und Sommerwärmen, der nachstehende Angaben entnommen sind.

Nördl. Norwegen, Küste ($71\frac{1}{4}^{0}$ n.) 370'.

---

1) Fragmens II. 533. Asie centrale III. 239.

Inneres Norwegen (70°—70¼° n.) 550'; (67°—67½° n.) 650'.
Island, Oſterjökul (65° n.) 480'.
Inneres Norwegen (60°—62° n.) 800'.
Aldankette in Sibirien (60° 55' n.) 700'.
Nördl. Ural (zweifelhaft) (59° 40' n.) 750'.
Kamtſchatka, Vulcan von Schevelutſch (56° 40' n.) 820'.
Unalaſchka (53° 44' n.) 550'.
Altai (49¼°—51° n.) 1100'.
Alpen (45¾°—46° n.) 1390'.
Kaukaſus, Elbruz (43° 21' n.) 1730'.
= Kasbek (42° 42' n.) 1660'.
Pyrenäen (42½°—43° n.) 1400'.
Ararat (39° 42' n.) 2216'. (?)
Argäus in Kleinaſien (38° 33' n.) 1674'.
Bolor (37½° n.) 2660'.
Aetna (37½° n.) 1490'.
Sierra Nevada de Grenada in Spanien (37° 10' n.) 1750'. (?)
Hindu-Kho (34½° n.) 2030'.
Himalaya, Nordabhang (30¾°—31° n.) 2600'; Südabhang 2030'.
Mexico (19°—19¼° n.) 2310'.
Abyſſinien (13° 10' n.) 2200'.
Sierra Nevada de Merida in Südamerika (8° 5' n.) 2335'.
Vulcan von Tolima in Südamerika (4° 46' n.) 2397'.
Vulcan von Puracé in Südamerika (2° 18' n.) 2405'.
Aequator bei Quito 2475'.
Andes von Quito (0°—1½° ſ.) 2470'.
Chili (14½°—18° ſ.) öſtl. Cordillere 2490'; weſtl. 2897'.
Chili, Portillo und Vulcan von Peuquenes (33° ſ.) 2300'.
Chili, Küſte (41°—44° ſ.) 940'.
Magellansſtraße (53°—54° ſ.) 580'.

Auf dieſe Tabelle verweiſend ſagt Humboldt[1]: „Die Tafel zeigt die verſchiedenen direct gemeſſenen Punkte, durch welche die Curve des ewigen Schnees ſich hinzieht. Dieſe Punkte ſind vom 71° n. bis zum 54° ſ. Breite über die Erdoberfläche zerſtreut. Die Zahlenelemente, welche den einfachen Beziehungen der Breite zu widerſprechen ſcheinen, thun dieſes keineswegs in Beziehung auf die zuſammengeſetzten Normen der Iſotheren, des Grades

1) Asie centrale III. 314.

der Trockenheit und Durchsichtigkeit der Luft, der Ausstrahlung naher Hochebenen, der Anhäufung der Berge, ihrer Masse und der Neigung ihrer Abhänge. Wir sehen, daß die Schneelinie in der Neuen Welt sich sehr langsam gegen das Nordende der Tropenzone (Mexico) senkt und an der Südgränze unter dem trockenen Klima von Chili und Bolivia sich sogar erhebt."

„Die mächtige Kette des Himalaya hat in der Mitte zwischen beiden Abhängen unter 30° n. Br. eine Höhe der Schneelinie, die nur wenig hinter derjenigen zurücksteht, welche man in Mexico unter 19° der Breite beobachtet. Der Argäus in Kleinasien, im Norden der Tauruskette, hat unter gleicher Breite wie der Bolor eine 1000 Toisen niedrigere Schneegränze! Der Kaukasus und die Pyrenäen liegen in nahe derselben Breite, aber die bedeutende Sommerhitze in Asien treibt den Schnee um nahe 300 Toisen höher hinauf. Die immerwährenden Nebel am Südende von Amerika drücken den Schnee eben soweit herab, als in der Nordhalbkugel (in Norwegen) eine 15° höhere Breite. Das Innere der scandinavischen Halbinsel und deren Küste, die nördlichen tübetanischen und die südlichen indischen Abhänge des Himalaya, die Ost- und die Westcordillere von Bolivia und Chili zeigen unter fast ganz gleichen Breiten die auffallendsten Unterschiede in der Höhe der Schneelinie. Die Kunde, die wir uns von der Physik der Erde so wie auch von der Einwirkung erworben, welche die Uebereinanderlagerung von so vielen Ursachen auf die Vertheilung der Wärme und Dünste in den höheren Regionen der Atmosphäre ausüben, setzt uns in den Stand, zum großen Theile das zu erklären, was die auf- und absteigende Reihe der numerischen Elemente in der Tafel von Schneegränzen als eine scheinbare Ausnahme zeigt. In den Augen des Physikers gibt es nichts Zufälliges als das, was für jetzt noch sich der Vergleichung mit wohlbekannten Thatsachen zu entziehen weiß."

Die Wirkung von Luft und Wasser ist auf ein Verwischen der Temperaturunterschiede gerichtet. Die kälteren Länder werden durch die Strömungen beider Flüssigkeiten erwärmt, die wärmeren dafür mehr abgekühlt, denn sowohl Luft als Wasser in eine andere Gegend geführt bringen die Temperatur ihrer Heimath mit und indem sie sich im neuen Lande erwärmen oder abkühlen, müssen sie letzterem Wärme entweder entziehen oder bringen.

Im vorigen Abschnitte glaube ich gezeigt zu haben, daß Humboldt seine nächste Aufmerksamkeit dem Auffinden der Art und Weise, wie die Wärme über die Erdoberfläche vertheilt sei, sowie dem Verfahren, wie dieselbe gefunden und in der zweckmäßigsten Weise dargestellt werden könne, zu-

gewandt habe. Nachdem dieſes geſchehen, wandte er ſich der neuen Aufgabe zu, die Urſachen dieſer Erſcheinungen zu erforſchen. Den größten Theil ſeiner damaligen Arbeit bilden die Temperaturverhältniſſe von Europa. Im gegenwärtigen Abſchnitte ſehen wir dieſes Aufſuchen der Urſachen der Wärmeverſchiedenheiten in den Vordergrund gerückt, und theils durch Anwendung der früher feſtgeſtellten Principien, theils durch Einführung neuer ſehen wir das, was wir früher in ſeinen Grundzügen kennen gelernt haben, nunmehr zu dem ſtattlichen Gebäude einer vergleichenden Klimatologie erwachſen. Dieſer Fortſchritt wurde dadurch möglich, daß ſeit dem Erſcheinen der Abhandlung über die Iſothermen die Beobachtungen ſich bedeutend vervielfältigt haben, wozu gerade die genannte Schrift darum weſentlich beitrug, weil ſie die Mittel und Wege angegeben hat, wie dem Gange der Wärme im Verlaufe von Tag und Jahr, ſowie dem Auffinden des Mittels am beſten auf die Spur zu kommen ſei.

Weil die Wärme eines gegebenen Ortes der Manchfaltigkeit der Urſachen wegen ſich nicht a priori beſtimmen läßt, und man darum genöthigt iſt, dieſe Urſachen erſt aus den Beobachtungen herzuleiten, ſo muß fortgeſetzte Beobachtung für die Erweiterung unſerer Kenntniſſe von großer Bedeutung ſein, und Humboldt hat ſie darum auch neben ſeinen andern Arbeiten nicht vergeſſen. In ſeiner Abhandlung von 1817 finden wir eine Tabelle von 57 Orten, deren Temperaturverhältniſſe nach Jahr, Jahreszeiten, kälteſtem und wärmſtem Monat, nebſt Angabe von Breite, Länge und Meereshöhe verzeichnet ſind. Humboldt hat ſie in 6 Gruppen geſondert, indem er alle diejenigen vereinigte, welche ſich in den Zonen einer jährlichen Mittelwärme von 0^0—5^0, 5^0—10^0 u.ſ.w. und endlich über 25^0 befinden. In der Asie centrale finden wir 4 von Mahlmann zuſammengeſtellte Tabellen mit den Beobachtungen von 311 Orten, und in den Humboldt'ſchen Tafeln, die ſich bei den Kleineren Schriften (1853) befinden, iſt die Zahl bereits auf 506 angewachſen. Es iſt leicht einzuſehen, daß mit dieſen Daten ſich die Wärmecurven beſſer conſtruiren laſſen als mit den urſprünglichen 57.

Wird an einem und demſelben Orte längere Zeit hindurch beobachtet, ſo gleichen ſich die abnormen Mittelwärmen einzelner Jahre nach und nach aus, und man bekommt darum auch die Mittelwärme eines Ortes, d. i. den Durchſchnitt mehrerer Jahre, genauer. Auch in dieſer Beziehung bieten die neueren Tabellen einen Fortſchritt gegen die früheren, und hieraus erklären ſich die Abweichungen in den Mitteltemperaturen einzelner Orte. So hat Kaſan, oben S. 346, nach der Redaction von 1831 $3^0,1$, S. 340 nach der Redaction von 1843 $1^0,9$, nach der Redaction von 1853 $2^0,1$ Jahres-

wärme. Auch die Differenzen zwiſchen den Tabellen auf S. 165 und S. 351 beruhen auf ſpäter gemachten genaueren Beſtimmungen.

Geographie.

Dasjenige Land, deſſen räumliche Verhältniſſe Humboldt in unſerm 3. Abſchnitte zunächſt zum Gegenſtande ſeiner Forſchungen machte, war, wie ſich von ſelbſt verſteht, Innerafien.

Obwohl ſeit der grauen Vorzeit die Bewohner dieſer Länder mit denen Europas in eine und zwar für letztere bisweilen durchaus nicht erwünſchte Berührung gekommen ſind, obwohl man ſeit geraumer Zeit einige allgemeine Vorſtellungen über die dortigen Länder hat, ſo iſt man doch noch weit entfernt, das innere Aſien ſo genau zu kennen, als man ſich über das Relief des doch erſt ſeit noch nicht 4 Jahrhunderten entdeckten Amerika Rechenſchaft geben kann. Der Umſtände, welche dieſes veranlaßt haben, ſind gar mancherlei; ſie liegen theils in der Natur des Landes, theils in der ſeiner Bewohner. Wenn an und für ſich jedes Land, das eine große Continentalmaſſe hat, weniger leicht durchforſcht werden kann, als eines, deſſen zerriſſene Küſten den Schiffen fremder Nationen manchfache Annäherungspunkte geſtatten, von denen der Landweg in's Innere nicht mehr ſo bedeutend iſt, ſo wird dieſe Schwierigkeit noch erhöht, wenn die hydrographiſchen Verhältniſſe ſo geſtaltet ſind, daß man auf den Flüſſen vom Meere in's Binnenland aufwärts dringend einen großen Theil des Landes nicht erreichen kann. So iſt dieſes bei Aſien. Da die in den Ocean mündenden Flüſſe Amerikas rückwärts durch faſt das ganze Land verfolgt und die Gränzen der Flußgebiete wegen ihrer geringen Höhe an vielen Punkten leicht überſchritten werden können, iſt auch das ganze Land zugänglicher geworden. Vier Ströme ſind es vorzugsweiſe, welche das Eindringen in's Binnenland von Südamerika erleichtern: der Magdalenenſtrom, der Orinoco, der Amazonenſtrom und der La Plata; in Nordamerika finden wir den Miſſiſſippi und den St. Lorenz mit ſeinen Seen. Bei den meiſten kann man, ohne merklich zu ſteigen, von dem einen in's Gebiet des andern gelangen, und alle Expeditionen gehen von der Küſte auf dieſen Strömen landeinwärts. Auf der Weſtküſte Amerikas gibt es keinen größeren Strom; aber von Oſten aufſteigend gelangt man nahe an das weſtliche Geſtade, ehe die Andes ein Hinderniß in den Weg legen. Im Allgemeinen ſind Gebirge der Erforſchung hinderlicher, da in ihnen die Waſſer-

ſtraßen fehlen; aber gerade die Hauptkette Amerikas iſt ſo ſchmal und ſo nahe an der Weſtküſte, daß dadurch Entdeckungsreiſen jedenfalls möglichſt erleichtert werden. Roſtförmige, d. i. vielgliedrige breite Gebirge leiſten viel mehr Widerſtand, und darum iſt auch das Parimegebirge in Südamerika am längſten unerforſcht geblieben, iſt es zum Theil jetzt noch. Ein weiteres Hinderniß der Erforſchung eines Landes iſt eine Lage unter hohen Breiten, wo die Küſten durch das Eis unzugänglich werden. Aus dieſem Grunde iſt auch das nördliche Nordamerika noch nicht genau durchforſcht, obwohl die, ſoviel man bisher kennen gelernt hat, vielfach gekrümmte Küſtenlinie in niedrigerer Breite ungemein vortheilhaft wäre. Neben dieſen natürlichen Hinderniſſen bereiten die etwaigen Feindſeligkeiten der Einwohner noch künſtliche!

Doch gehen wir jetzt auf Aſien über. Beſchränken wir uns zunächſt auf den innern Theil deſſelben, ſo zeigt ſich, daß demſelben der Vortheil der Flußverbindungen abgeht, den Amerika beſitzt. Centralaſien iſt mit den Küſten nur zum geringſten Theile durch Flüſſe verbunden; faſt durchgängig münden die Flüſſe in Binnenſeen, die, wie der größte derſelben, das caſpiſche Meer, auf ihrer Oberfläche ſoviel Waſſer verdampfen, als die Zuflüſſe bringen, und ſo entſteht eine große Anzahl von untereinander ganz unabhängigen Waſſerſyſtemen. Man kann zu Schiffe von keinem in das andere gelangen; faſt ganz Centralaſien iſt dadurch abgeſperrt, ein Gebiet ſowohl vom andern als auch vom Ocean getrennt, und diejenigen Bezirke, zu denen man zu Schiffe gelangen könnte, wie z. B. das Gebiet des gelben Fluſſes, ſind durch die Mißgunſt der Herren des Landes, der Chineſen, verſchloſſen. Außerdem tragen die Zahl der Gebirgsketten, Wüſten und Steppen ihren Theil dazu bei, die Länder noch unzugänglicher zu machen.

Die günſtigſte Zeit, Centralaſien zu bereiſen, war die zweite Hälfte des 13. Jahrhunderts, als während der Mongolenherrſchaft alle jene Gegenden vom öſtlichen Europa bis an das chineſiſche Meer unter einem und demſelben Herrſcher vereinigt waren. Damals war es, als der Venetianer Marco Polo und chriſtliche Mönche wie Plano Carpini, Simon von Saint-Quentin, Rubruquis, Bartholomäus von Cremona und Ascelin, halb Miſſionäre, halb Diplomaten, ſich in die entfernteſten Gegenden von Aſien wagten. „Der verderbliche Einfall der Mongolen," ſagt Humboldt[1], „welche das öſtliche Europa überſchwemmten und durch Polen bis über die Oder vordrangen, wo endlich die Schlacht bei Wahlſtatt (am 9. April 1241) ihre Kräfte ſchwächte und dadurch weitern Unternehmungen eine

1) Examen critique etc. Deutſche Ueberſ. I. 80.

Gränze ſetzte, veranlaßte dieſe außerordentlichen Wanderungen, auf denen die mönchiſche Diplomatik ſich hinter dem Schleier der Frömmigkeit und der Bekehrungsſucht verbarg. In jenem denkwürdigen Zeitraume, welcher zwiſchen dem Tode des Dſchingis und Kublarchan verfloß, bewahrte das große mongoliſche Reich, welches ſoeben unter die Nachkommen des Begründers getheilt worden war, durch die Suprematie der Dynaſtie der Yuan, welche am äußerſten Ende der bekannten Welt ihren Herrſcherſitz hatte, noch eine gewiſſe Einheit und Art von innerem Zuſammenhang."

„In dieſelbe Zeit fallen auch die Reiſen des Venetianers Marco Polo und ſeiner Brüder in's Innere von Aſien."

Im vorigen Jahrhundert beſuchte Pallas einen Theil von Innerafien, doch ohne, wie Humboldt zeigte, über die Vertheilung der dortigen Berge klare Anſichten zu erlangen, da er alle dortigen Gebirge von einem Mittelpunkte, dem Bogdo-Dola, ſtrahlenförmig ausgehen ließ, was ſich nicht beſtätigt hat.[1] Pallas vertrat hier die Anſicht, welche zuerſt Buache bekannt gemacht hat, und von der bereits oben S. 269 die Rede war.

Hippokrates hatte (de aëre et aquis) von den Ebenen Scythiens geſagt, daß ſie ohne von Bergen gekrönt zu ſein, ſich verlängern und bis in die Conſtellation des Bären erheben. Daraus und aus nicht genug ſorgfältigem Studium der Schriften Marco Polo's hat ſich in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Anſicht gebildet, daß ganz Innerafien eine ununterbrochene ungeheure Hochebene ſei, eine Anſicht, die noch dadurch begünſtigt wurde, daß man ſeit alter Zeit den Stammſitz der Menſchheit in das innere Aſien verlegte. Dort muß, ſo ſchloß man, das Waſſer zuerſt abgelaufen ſein, und darum muß es dort höher liegende Gegenden geben, als anderwärts. Dieſe Theorie iſt eine Conſequenz der damals faſt allgemein herrſchenden neptuniſtiſchen Lehre von den Ueberſchwemmungen und dem feſten Kryſtalliſationskern der Erde, durch welchen letztere ein für allemal ihre Geſtalt bekam, während nach der ſchon S. 19 erwähnten Hutton'ſchen Theorie, die aber erſt am Ende des vorigen Jahrhunderts bekannt wurde, das Innere der Erde feuerflüſſig iſt und in der einen Zeit da eine Erhebung der Erdoberfläche ſich befinden kann, das anderemal dort.

Der Erſte, dem dieſe allgemeine Erhebung im Innern Aſiens verdächtig wurde, war Humboldt, der ſchon in den Jahren 1816 und 1820[2]

1) Humboldt, Asie centrale, Introduction XXII.

2) Mémoire sur les montagnes de l'Inde. Ann. de ch. et de phys. III und XIV.

ſeine Bedenken äußerte. Wie bereits erwähnt, nimmt die Wärme bei zunehmender Höhe ab, und die Pflanzen bedürfen zu ihrem Gedeihen einer gewiſſen Menge von Wärme. Da es nun bekannt war, daß im Innern von Aſien an manchen Orten die Rebe, Baumwollenſtaude ſowie auch der Granatbaum gepflegt werde, fand Humboldt bei der Vergleichung, daß jene Gewächſe in den großen ihrem Standorte zugewieſenen Höhen unmöglich die ihnen nöthige Wärme bekommen könnten, und ſein Schluß, daß jene Höhen nicht ſo groß ſein können, als man glaubte, fand auch in der Folge ſeine vollkommene Beſtätigung. Es gibt Hochländer in Aſien, aber nicht ganz Centralaſien iſt ein Hochland.

Seit jener Zeit verfolgte Humboldt mit Aufmerkſamkeit jeden Fortſchritt in der Kunde Inneraſiens. Die bedeutendſten Verdienſte erwarb ſich hiebei Klaproth, der nicht nur ſelbſt in Aſien Reiſen machte, ſondern auch bei ſeiner Kenntniß der chineſiſchen Sprache und Literatur die Schätze derſelben zugänglich machte, Schätze die um ſo bedeutender ſind, als die Chineſen beſondere Freunde von Geographie und Statiſtik, wenigſtens ihres Landes, ſind. Die Vortheile, die aus der Kenntniß der übrigens noch nicht gehörig bekannten chineſiſchen Forſchungen erwuchſen, erachtete Humboldt für faſt größer als die der Entdeckungen der neueren europäiſchen Reiſenden, da die Strecke, über welche die Forſchungen der letzteren ſich ausdehnen, weitaus kleiner iſt.

Humboldt hat nach ſeiner aſiatiſchen Reiſe die Geographie Aſiens wiederholt bearbeitet. Wir finden ſeine Reſultate in der Abhandlung über die Bergketten und Vulcane von Inneraſien in Pogg. Ann., in den Fragmens de géologie etc., in der Asie centrale und endlich im Auszuge in den Anſichten der Natur (3. Aufl. I. 92); den erſten drei Schriften ſind auch Karten beigegeben. In den Fragmens wie auch in der Asie centrale befindet ſich eine große Anzahl von Noten Klaproth's, woraus hervorgeht, daß die beiden Gelehrten in lebhaftem Verkehr geſtanden ſind. Doch ſtarb Klaproth 1835, erlebte alſo die Asie centrale und die neue Auflage der Anſichten der Natur nicht mehr.

Es gibt im Innern von Aſien vier Gebirgsſyſteme, welche nahezu wie die Parallelkreiſe von Oſt nach Weſt laufen; ſie ſind der Altai oder Goldberg (50°—52½° Br.), der Thian-ſchan oder das Himmelsgebirge (40⅔°—43° Br.), der Kuen-lün (35½°—36° Br.) und der Himalaya, der jedoch nur öſtlich vom 80. Grade der Länge (von Paris) dem Aequator parallel iſt, weſtlich davon aber von Südoſt nach Nordweſt gehend ſich mit dem vorhergehenden Gebirgsſtocke verbindet. Am wenigſten weit nach Weſten geht der

Altai, der lange ehe er den Ural ſchneiden würde, der aralocaspiſchen Niederung weicht, die, wie Humboldt aus dem nördlich ſich fortziehenden Seenſyſtem ſchließt, in der vorhiſtoriſchen Zeit eine Verbindung zwiſchen dem caspiſchen Meere und dem nördlichen Ocean herſtellte. Die zweite Kette, das Himmelsgebirge, hört auf der Karte der Asie centrale im 65. Grade der Länge auf, reicht alſo ebenfalls nicht bis zum caspiſchen Meere; doch iſt Humboldt nicht abgeneigt, den Kaukaſus als eine Fortſetzung der Spalte zu betrachten, aus der der Thian-ſchan aufgeſtiegen iſt. Unter allen vier Ketten iſt dieſe die einzige, in welcher noch gar kein Gipfel gemeſſen wurde; als ihr höchſter Berg gilt der Bogdo-Ola. In dieſer Kette befinden ſich thätige Vulcane, dadurch merkwürdig, daß ſie weit vom Meere mitten im Innern eines großen Continents liegen. Der Kuen-lün, nach ſeiner Verbindung mit dem Himalaya in ſeiner weſtlichen Fortſetzung Hindu-kho genannt, iſt, wenn man ſeine weſtliche Verlängerung, den perſiſchen Elbruz und den Demavend hinzurechnet, nach der amerikaniſchen Cordillere das längſte Gebirge der Erde. Weiter im Weſten ginge ſeine Verlängerung quer durch das mittelländiſche Meer. Auch dieſes Gebirge hat Vulcane theils im Oſten und dann weit vom Meere entfernt, wie ſich aus chineſiſchen Berichten ergibt, theils im Weſten im Demavend am caspiſchen Meere. Der höchſte im Hindukho gemeſſene Gipfel, nordweſtlich von Dſchellabad, hat 3164 T. Höhe; weſtlich gegen Herat erniedrigt ſich die Kette bis 400 T., ſteigt aber nördlich von Teheran im Vulcan von Demavend wieder bis 2295 T. an. Der Himalaya enthält die höchſten Berge, die man auf der Erde kennt, und die noch weit den Rieſen der Andes, den Chimborazo, überragen.

Als Humboldt 1804 nach Europa zurückgekommen war, kannte man noch keine genaue Meſſung irgend eines Gipfels aus dem Himalaya oder Hindu-kho und daher galt der Chimborazo lange Zeit als der höchſte Berg auf der Erde. Erſt im Jahre 1820 verbreitete ſich in Europa die Nachricht, daß der Himalaya noch weit höhere Gipfel habe als die Andes und man ſchrieb dem Dhawalagiri eine 1040 Toiſen, alſo 6240 Fuß größere Höhe zu als dem nach Humboldt 3350 Toiſen hohen Chimborazo; doch wurde ihm ſpäter eine noch größere, aber nicht näher beſtimmte, Höhe zugewieſen, als ſein Nachbar, der 4406 Toiſen hohe Kinchinjinga haben ſollte, wie dieſes Humboldt in ſeinen Anſichten der Natur (I. 117) bemerkt. Seitdem heißt es, daß der Mount Everest der höchſte unter allen gemeſſenen Bergen ſei und 4535 1/3 Toiſen[1] erreiche. Auch in Amerika wurde dem Chimborazo die

1) Petermann, Geogr. Mittheilungen 1856. S. 379.

Oberhoheit beſtritten; nach Pentland's[1] Meſſungen ſollten der Sorata und der Illimani ihn um 598 und 403 Toiſen übertreffen, doch ſind beide Meſſungen ſpäter beträchtlich reducirt worden, ſo daß der Chimborazo in ſeinem Range blieb. Uebrigens hat Pentland doch den Pic Sahama für um 871 Fuß höher als den Chimborazo und für um 796 Fuß niedriger als den Aconcagua, letzteren alſo um 1667 Fuß den Chimborazo überragend erklärt.[2]

Außer den vorſtehenden Parallelketten gibt es in Aſien noch eine große Anzahl von meridianartigen, die vom Cap Comorin, der Inſel Ceylon gegenüber, bis zum Eismeere in ihrer Stellung alternirend zwiſchen 64° und 75° Länge (von Paris) von SSO. nach NNW. oder S. nach N. ſtreichen. Zu dieſem Syſtem der Meridianketten gehören die Ghates, die Solimanskette, der Palaraſa, der Bolor und der Ural. Die Unterbrechung des Reliefs der Meridianerhebungen iſt ſo geſtaltet, daß jede Kette erſt in einem Breitengrade anhebt, welchen die vorhergehende nicht erreicht hat, und daß alle abwechſeln. So iſt, wenn man von N. nach S. geht, der Ural, der in etwa 50° Breite ſein Ende erreicht, im Weſten, während dafür im öſtlichen Aſien das Khingangebirge annähernd von 50° bis 40° geht. Nun erhebt ſich wieder im Weſten (45°—35°) der Bolor u. ſ. w. Alle dieſe Meridiangebirge ſind jedoch weitaus nicht ſo bedeutend als die vier Parallelketten.

Durch die zwei Hauptrichtungen der Gebirge in Aſien ſcheint ein Gitter angedeutet zu ſein, wie Buffon es als Grundlage der Gebirgsvertheilung auf der ganzen Erde annahm, doch fehlt, wenn man die Karte betrachtet, an der Vollſtändigkeit des Gitters noch ſehr viel, weil unter den Bezeichnungen Parallel- und Meridianketten nur die annähernde Richtung zu verſtehen iſt, und die Ketten der beiden Directionen ſich in den wenigſten Fällen ſchneiden. Am beſten ausgebildet iſt das Gitter unter dem 70° der Länge, wo die Bolorkette den Thian-ſchan und den Kuen-lün, den erſteren unter dem 40°, den letzteren unterm 35°—36° der Breite nahezu ſenkrecht ſchneidet.

Die Erhebung des Landes zwiſchen dem Berggitter iſt verſchieden, doch zeigt ſich eine Art von Treppe gegen den Raum, der ſich zwiſchen dem Himalaya und dem Kuen-lün befindet. Eine geringe Höhe hat alles Land im Nordweſten, ein großer Theil deſſelben, die Gegend des caspiſchen Meeres, iſt ſogar niedriger als die Meeresfläche. Die Wüſte Gobi hat eine mittlere Höhe von 400—600 Toiſen und Tübet endlich wird von Humboldt aus

---

1) Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1830, p. 320 u. 323.

2) Humboldt, Anſichten der Natur. 3. Aufl. I. 76 u. 342.

den ihm zu Gebote ſtehenden Beobachtungen als im Mittel nicht ganz 1800 Toiſen hoch geſchätzt. Es iſt jedoch Tübet ebenſowenig als die Gobi ununterbrochenes Flachland, ſondern von wenn auch nicht ſehr bedeutenden Höhenſtrichen und Senkungen durchzogen, und beide Länder können daher nicht ſo ſtrenge als Hochebenen betrachtet werden, wie das Hochland von Peru.

Das Land zwiſchen dem Kuen-lün und dem Thian-ſchan, öſtlich vom Thian-ſchan, iſt faſt ganz unbekannt und Europäern nahezu unzugänglich, da jeder derſelben, wenn man ihn erwiſcht, hingerichtet wird. Bekanntlich iſt Adolph Schlagintweit vor wenigen Jahren von dieſem Schickſal ereilt worden. Burnes[1] erzählt, daß man nicht nur das Signalement, ſondern ſogar das Porträt jedes verdächtigen Reiſenden in die Städte von Oberturkiſtan ſchicke und beiſetze: Wenn dieſer Menſch die Gränze paſſirt, ſo gehört ſein Kopf dem Kaiſer, ſeine Habe euch, d. i. dem, der ihn ergreift. Das Porträt Moorcroft's ſchmückte ebenfalls die Mauern von Yarkand, und der engliſche Typus ſoll dabei ſo gut ausgedrückt geweſen ſein, daß das Bild jedem ſeiner Landsleute gefährlich war, welcher ſich auf die Oſtſeite des Bolor wagte.

Der Norden und der Süden Aſiens ſind gegenwärtig im Beſitze zweier europäiſchen Staaten, Rußlands und Englands, und beide Beſitzungen ſind zum großen Theile, nämlich vom äußerſten Oſten bis an die Bolorkette hin, durch die chineſiſchen Staaten getrennt, die ſich zwiſchen ſie hineinſchieben, und ſoweit ſie reichen, allen Verkehr hemmen. Alle Communication zwiſchen beiden Staatenſyſtemen muß daher weſtlich von dieſem Gebirge ſtattfinden.

„Seit Jahrhunderten," ſagt Humboldt[2], „geht der Verkehr zwiſchen Nord und Süd nur durch das bactriſche Tiefland, durch die Niederung, welche zwiſchen Balkh und Aſtrabad, wie zwiſchen Taſchkend und der truchmeniſchen Landenge den Aralſee und den Oſten des caſpiſchen Meeres einfaßt. Dort iſt ein Streifen von zum Theile ſehr fruchtbaren Gegenden, durch welche der Orus ſeinen Lauf nimmt, ein Streifen, der von jeher in eine Anzahl von kleinen feindlichen Staaten zerbröckelt ſich längs des weſtlichen Abhanges des Bolor von Süd nach Nord, vom Hindu-kho bis zu den Weideländern des Saraſu und des Turgay hinzieht. Es iſt dieſes der Weg von Delhi, Lahore und Kabul nach Khiwa und Orenburg, die große Straße, auf der dereinſt die Mongolenmacht nach Indien vordrang. Dieſe aſiatiſche Niederung, von der wir ſehr neue und genaue Meſſungen beſitzen, ſetzt ſich zweifelsohne auch am weſtlichen Ufer des caſpiſchen Meeres fort, aber wenn

1) Humboldt, Asie centrale I. 30.
2) Asie centrale I. 31.

man über Tebris und Eriwan von dem 6—700 Toiſen hohen Plateau von Perſien gegen Tiflis herabſteigt, begegnet man der Kette des Kaukaſus, die beide Meere nahezu berührt und im Gudapaſſe eine ſehr beſuchte Militärſtraße von 7530 Fuß Höhe beſitzt. Nördlich von der kaukaſiſchen Mauer, in den Ebenen zwiſchen dem Don, der Wolga und dem Jaik (Fluß Ural) iſt nach Göbel die Bodenoberfläche an mehreren Stellen, wie z. B. in Sarepta, Tſchernojar, um den Bogdoberg herum und bei den Salzſeen von Kamyſch-Samara noch 60—80 Fuß unter dem mittleren Niveau des ſchwarzen Meeres. Nach Britiſch-Indien und dem Peudſchab vermitteln 2 an Länge und Richtung verſchiedene Straßen den Verkehr zwiſchen Nord und Süd. Die eine kürzere geht durch die Thäler des Djihun und des Sir, über die Schneekette des Hindu-kho, über Fyzabad und Balk nach Peiſchawer und Kabul, die andere macht einen großen Umweg über Georgien und das Araratplateau über Tebris, Kasbin und Teheran nach Herat und Kandahar; ſie umgeht den Hindu-kho und zieht ſich allmälig von den hohen und dürren Ebenen Perſiens in weſtöſtlicher Richtung gegen Attok und zu den Ufern des Indus. Auf dieſer Route umgeht man das caſpiſche Meer auf ſeiner ſüdlichen Seite und trotzdem daß zwiſchen Lahore und Herat gegenwärtig mehrere rivaliſirende Mächte ſind,[1] erſetzt ſie doch die Länge des Wegs durch den größeren Vortheil, daß, weil ſie durch einen größeren Staat, durch Perſien führt, die politiſchen Beziehungen ſich vereinfachen. Die angegebenen Länder laſſen ſich als die Vermittelungsſtellen für friedlichen Verkehr betrachten, aber auch als die Thore für feindliche, ſtationenweiſe vordringende Einfälle, und die Zeit der letzteren datirt nicht ſehr weit zurück. Beide Straßen ſind ſeit 30 Jahren mit immer zunehmendem Eifer unterſucht worden und man darf ſich Glück wünſchen, daß der Zweck dieſer allerdings etwas myſteriöſen Forſchungen nur erreicht werden konnte, indem er zugleich der aſtronomiſchen Geographie und der Phyſik der Erde im Allgemeinen weſentliche Dienſte leiſtete. Allerdings ſind ſelbſt in Beziehung auf die äußere Geſtaltung des Bodens in Perſien und Kandahar, wie in Maveralnahar oder der großen Bucharei überhaupt, beſonders zwiſchen dem weſtlichen Abhang des Bolor und den kleinen Ketten von Aſferah und Karatagh noch Lücken auszufüllen; aber der Weſten, ganz muſelmänniſch, läßt ſich doch nicht mit den alten Anſichten vergleichen, die früher darüber in Europa verbreitet waren,

1) Seitdem Humboldt dieſes geſchrieben hat, iſt ein Theil, die Sikh's, von den Engländern annexirt worden; es ſind daher nur noch die Völkerſchaften Afghaniſtan's zwiſchen Perſien und Indien.

oder mit Centralasien, wo vom Nordabhange des Himalaya bis zum Altai China seine ausschließende in Dunkel gehüllte Politik verfolgt."

Von der britischen Seite sowohl als von der russischen sind in neuerer Zeit manchfache Versuche gemacht worden, in das für jeden Europäer fast unzugängliche Innere zu gelangen. Vom Süden aus kam man nur wenig über den Kuen-lün, doch liegt Kaschgar, wo Schlagintweit hingerichtet wurde, noch nördlich von demselben nahe an dem Thian-schan. Während dort Gebirge sich hemmend dem Vordringen widersetzen, ist die russisch-chinesische Grenze, in einer Länge von 1000 Stunden, großentheils offen. Die Tiefländer zwischen dem Thian-schan und dem Altai, welche den Regierungsbezirk von Ili und die Dzungarei einschließen, sind im Westen nicht durch Gebirge abgesperrt, wie das Land zwischen dem Thian-schan und dem Kuenlün durch die Bolorkette. Die Ebenen der chinesischen Dzungarei gehören zum Bassin des Alaktugul und des Balkhasch und sind westlich mit der Steppe der mittleren Kirgisenhorde verbunden. Dieser Umstand erleichterte Reisen von der russischen Gränze zwischen Tobol, dem Ischim und dem obern Irtysch in die südlichen Gegenden des Innern. Das zahlreiche Hirtenvolk der Kirgisen, von dem eine Horde auf chinesischem Gebiete ist, dient in dem in neuerer Zeit so lebhaften Binnenhandel als Zwischenglied. Humboldt[1] sagt, daß die großen Märkte von Rußland und Sibirien allmälig im innern Asien sehr berühmt geworden seien, daß das Verlangen nach den Producten europäischer Industrie auf unerwartete Weise zugenommen habe und daß die Asiaten allenthalben directen Verkehr suchen. Die Caravanen der Bucharei gehen nicht nur bis Astrachan, Orenburg und Troizk; auch in die kleineren Orte an der Gränze, die Humboldt besuchte, kam eine Anzahl derselben. Die Handelshäuser dieser kleinen Städte erhalten Verbindungen mit Bochara, Kokand und Taschkend, und knüpfen sie, indem sie dabei lauter (dunkelfarbige) Asiaten benützen, mit Centralasien und Kaschmir an.

Die Beziehungen der Russen zu Centralasien sind dem Vorstehenden zufolge in sofern günstiger, als doch wenigstens ein Verkehr vorhanden ist, der im Süden soviel wie ganz fehlt; doch kommen dabei nur die Asiaten heraus, nicht aber die Europäer hinein, denn die Verschiedenheit der Farbe und Gesichtszüge würde sie alsbald verrathen. Als Humboldt die russisch-chinesische Gränze bereiste, erhielt er von den dortigen Behörden eine Anzahl von Itinerarien, nach welchen die Caravanen auf ihren Wegen sich richten, und diese hat er in den Fragmens asiatiques und in deren zweiten

1) Asie centrale I. 38.

Auflage, der Asie centrale, veröffentlicht und commentirt. Man bekommt durch dieſe Itinerarien einen Begriff von den Entfernungen einzelner Städte, von etwaigen Seen, Flüſſen, Bergen u. ſ. w. und ſie müſſen eben ſo lange als Quellen für die Völker- und Länderkunde Aſiens dienen, bis man auf wiſſenſchaftliche Forſchungen gegründete Beobachtungen bekommt. Es iſt dieſes zwar nur ein trauriger Behelf, aber zur Zeit faſt das einzige Hülfsmittel. Auch die Nachrichten in den chineſiſchen Schriften geben Aufſchluß über manchen Gegenſtand, der ohne ſie ganz dunkel bliebe, doch laſſen ſie noch ſehr viel zu wünſchen übrig, da von einer Beobachtungsweiſe, wie ſie die Wiſſenſchaft verlangt, keine Rede ſein kann; ſie beruhen mehr auf Wahrnehmungen als auf Beobachtungen.[1]

Ein weiteres Eingehen in die Humboldt'ſche Bearbeitung der geographiſchen Verhältniſſe im Speciellen, Nomenclaturen, Vergleichungen einzelner Berichte u. ſ. w. würde uns zu weit führen; es möge genügen die allgemeinen Umriſſe des Landes angegeben zu haben, wie ſie ſich nach Humboldt herausſtellen. Dagegen kann ich es nicht unterlaſſen, die Vergleichungen anzuführen, die der große Gelehrte zwiſchen den einzelnen Welttheilen anſtellte, denn gerade dieſe Arbeit, welche man nur unternehmen kann, wenn man wie Humboldt mit den Verhältniſſen der verglichenen Gegenden vertraut iſt, das iſt es was ſeine Unterſuchungen beſonders charakteriſirt, denn er verlor ſich nicht im Detail, und vergaß das Große nicht über dem Kleinen.

„Ueberblickt man", ſagt er[2], „die Ebenen und Niederungen von Aſien im Ganzen, ſo zeigt ſich, daß in dieſem Theile der alten Welt ebenſo wie in Amerika die außerordentliche Ausdehnung und der Zuſammenhang ſeiner Flächen von faſt größerer Bedeutung iſt, als die abſolute Höhe ſeiner Berge. Allerdings kann Aſien wegen der Stellung ſeiner großen Erhebungen, die der Richtung der Breitekreiſe parallel ſind, nicht wie die Pampas von Buenos-Ayres und die Savanen von Louiſiana und Canada das ſeltſame Schauſpiel zeigen, daß Ebenen an dem einen Ende Palmen und Bambusgewächſe nähren, während das andere einen großen Theil des Jahres mit Schnee und Eis bedeckt iſt. Die ſibiriſchen Steppen ſetzen ſich allerdings ſüdlich durch die Weideländer der Kirgiſen zwiſchen dem Aral und dem

1) In den letzten Jahren iſt es Semenow gelungen, von Norden her den Thian-ſchan zu erreichen, den er als ein an Großartigkeit die Alpen weit übertreffendes Gebirge ſchildert. (Zeitſchr. f. allg. Erdkunde, N. Folg. III.)

2) Asie centrale I. 93.

Balkaſchſee fort, ſie reichen alſo von der Mündung des Obi durch die große Bucharei bis zum Oberlaufe des Djihoun oder Oxus und enden ſo zu ſagen am Nordabhange des Hindu-kho, wenn überhaupt unter 36° der Breite zwiſchen Meſchid, Herat und Murgob eine deutlich ausgeprägte Kette exiſtirt. Es wäre jedoch ſchwierig, dieſe durch Kharesme und Maveralnahar fortgeſetzte ſibiriſche Steppe für mit den ſüdlicheren Ebenen von Khoraſan und Afghaniſtan unmittelbar verbunden zu erklären. Die Steppen und Wüſten der großen Bucharei erheben ſich nämlich beträchtlich gegen Süd und Südoſt, das Land wird hügelig und ändert ſeinen Charakter. Die Höhen der Bucharei und von Balkh werden auf 190—280 Toiſen geſchätzt, und Burnes hält die Wüſte von Turkeſtan ſogar für höher als 300 Toiſen. Jenſeits des Hindu-kho oder vielmehr jenſeits der Gränze von Turkeſtan und Perſien beginnen die Hochebenen von Khoraſan und Irak-Ajemi."

„Die geologiſche Bildung von Aſien geſtattet nicht jenen leichten Verkehr zwiſchen Nord und Süd, der in den Ebenen des neuen Continentes den Reiſenden überraſcht und die Natur verſchönert, indem er ſüdliche Pflanzenformen in Gegenden vorrücken läßt, die man kaum noch gemäßigt nennen kann. Dieſes Durcheinander von Formen bringt im Ausſehen der Wälder des neuen Continents einen Wechſel noch in Breiten hervor, wo in der alten Welt ſchon die traurige Einförmigkeit von einer kleinen Anzahl von Nadelhölzern, kätzchentragenden und andern geſelligen Pflanzen, die Oberhand gewonnen hat. In Aſien wagen die Tropenvögel von Hindoſtan keine weiten Wanderungen in hohe Breiten, wie dieſes in Amerika jährlich die Colibris thun, die auf der einen Seite gegen Obercanada, auf der andern gegen die Magellanſtraße ziehen. Der Tiger allein, ohne von ſeiner Schönheit, ſeiner Stärke und ſeiner ſonſtigen Wildheit zu verlieren, findet ſich von der Inſel Ceylon und dem Cap Comorin an bis jenſeis des Altai, ſogar mitten in Sibirien unter Breiten, wie die von Oxford und Berlin. In Europa iſt der Löwe, wenn man ſich je auf hiſtoriſche Erinnerungen einläßt,[1] 12 Grade weiter ſüdlich geblieben. In der alten Welt trennen die Richtung der Bergketten, die beſondere Geſtaltung von Centralaſien, das mittelländiſche Meer und die Küſtencordillere des Atlas Klimate und Producte, in der neuen dagegen ſind Verhältniſſe des Klimas und die Lebensumſtände, ohne ſelbſt die Menſchenracen auszunehmen, mehr geneigt, ſich zu vermiſchen und in der Richtung der Meridiane weite Räume zu durchwandern."

---

1) Aus den altgriechiſchen Sagen, in denen häufig Löwen eine Rolle ſpielen, wird auf die ehemalige Anweſenheit dieſer Thiere in Griechenland geſchloſſen.

Auf dieſe Gegenſätze zwiſchen den Niederungen läßt Humboldt einen Vergleich zwiſchen den Gebirgszügen beider Welten folgen. Nachdem er den Typus der Gebirge in Amerika, wie er ihn in der Esquisse géognostique dargeſtellt und von dem bereits oben S. 275 die Rede war, im Weſen wiederholt und wie dort auch hier Europa in den Vergleich hineingebracht hat, betrachtet er Aſien und ſagt darüber:[1] „Wenden wir unſere Blicke auf den aſiatiſchen Continent, ſo finden wir dort die Uebereinanderlagerung der Maſſen bedeutend weniger einfach. Oeſtlich vom Meridian der großen Krümmung des tübetaniſchen Fluſſes Dzangbo[2] jenſeits einer Linie, die ſich durch den Khukhunoor, das Land der Ordos und die Einbiegung des Hoangho gegen Khankhai, alſo von Südſüdweſt nach Nordnordoſt zieht, zeigt die Erdoberfläche eine außerordentlich unregelmäßige Structur. Weſtlich von dieſer Linie laſſen ſich die Grundzüge leichter erkennen: es herrſcht dort eine merkwürdige Gleichförmigkeit in der Richtung der großen Bergſyſteme. Die Ländererhebungen behalten ihren Gang in außerordentliche Entfernungen bei und der Hauptrichtungen ſind vorzugsweiſe zweierlei. Die beträchtlichſten Ketten folgen im Allgemeinen den Breitekreiſen und damit auch der Längenaxe des aſiatiſchen Continents; ſie ſind der Altai, das Himmelsgebirge oder Thian-ſchan, der Kuen-lün und Hindu-kho, der Taurus und der Himalaya. Die andern Gebirge laufen meridianartig von Nord nach Süd. Solche ſind: der Ural, das goldführende Kusnezkgebirg, der Bolor, die Solimanskette."

Nachdem ſich in Europa die Anſicht, daß die Erde eine Kugelgeſtalt habe, die neben den verſchiedenen andern Formen, in welche die Theorie die Erde gezwängt hatte, ſchon im Alterthume von Zeit zu Zeit aufgetreten war, allgemeine Geltung verſchafft hatte, war es zuerſt Huyghens, der gegen Ende des 17. Jahrhunderts den Satz aufſtellte, die Erde ſei nicht eine vollkommene Kugel, ſondern an den Polen abgeplattet, oder mit andern Worten ein Rotationsellipſoid, wie man es durch Umdrehung einer Ellipſe um die kleinere Axe erhält. Er ſtützte ſeinen Satz auf die Thatſache, daß wegen der Centrifugalkraft die Wirkung der Schwere am Aequator kleiner ſein müſſe, als am Pole, und ſetzte das Verhältniß des von Pol zu Pol gemeſſenen Durchmeſſers zu einem von einem Punkte des Aequators zu dem ihm diametral gegenüber liegenden genommen, wie 578 zu 577, nahm alſo eine

1) Asie centrale I. 99.
2) Unter 95° öſtl. v. P.

Abplattung von 1/578 an. Nach ihm setzte Newton (1698) dieses Verhältniß gleich 230 zu 229, und Clairault (1737) bestimmte mit Hülfe der mittlerweile vervollkommneten Mathematik das Verhältniß wie 310 zu 309. Die Clairault'sche Rechnung stützt sich auf die Annahme, daß die einzelnen Schichten, aus denen man die Erde zusammengesetzt sich denken kann, in ihren Bestandtheilen gleichförmig seien, zieht also die Ungleichheit einer einzelnen Schichte wie der uns zugänglichen obersten Schichte der Oberfläche nicht in Betracht. Nun besteht aber diese aus Wasser und Land, von denen letzteres dichter ist als ersteres, und bei der ungleichen Vertheilung beider wäre darum eine beträchtliche Abweichung der wirklichen Abplattung von der theoretischen denkbar. Nichtsdestoweniger ist der Unterschied keineswegs bedeutend, denn der wirkliche Werth der Abplattung beträgt im Durchschnitte nahezu 1/300[1] und es folgt daraus, daß die Wirkung dieser Verschiedenheit klein ist. Wäre das Wasser in Beziehung auf den festen Theil sehr bedeutend, das Meer also sehr tief, so würde es, als vollkommen beweglich, die Abplattung 1/310 anzunehmen sich bestreben und die Länder am Pole überschwemmen. Aus diesen Umständen schloß nun Laplace[2], daß die durchschnittliche Tiefe des Meeres nicht viel bedeutender sei, als die mittlere Höhe des Landes, und daß beide nur ein kleiner Theil der Größe sein können, um welche der Aequatorialdurchmesser der Erde deren Axe überragt (nach Bessel's Annahme der Abplattung 131256 par. Fuß). Die mittlere Höhe des Landes über dem Meere schätzte Laplace nicht über 1000 Meter.

Diese Untersuchung Laplace's war es, welche Humboldt veranlaßte, die Resultate der Theorie mit denen der Beobachtung zu vergleichen, und er veröffentlichte diese Arbeit zuerst in der Asie centrale und dann gänzlich umgearbeitet in den Kleineren Schriften. Er suchte dabei die Entfernung des Meeresniveau's von der Fläche, bis zu welcher das die Erdtheile Europa, Asien und Amerika zusammensetzende Material reichen würde, wenn es allenthalben gleichmäßig vertheilt wäre, und setzte, da eine solche Bestimmung nur eine annähernde, nie eine genaue sein kann, diejenige Gränze fest, über welche hinaus das Material nicht reichen würde, also das Maximum, das man dem Lande beimessen darf.

Humboldt theilte die Oberfläche der genannten Erdtheile in Tiefländer, Hochebenen und Gebirge. Die Niederungen unterscheiden sich von den Hochebenen nur dadurch, daß ihre mittlere Oberfläche weniger weit vom

1) Nach Bessel 1/299, nach Bowditch 1/301, nach d'Aubuisson 1/305.
2) Mécanique céleste V. 13.

Meeresniveau entfernt ist, und der ganze Unterschied ist nur ein relativer. Beide lassen sich als Prismen von bestimmter Höhe und Basis denken. Kennt man diese beiden Größen, so erhält man durch Multiplication beider mit einander das Volumen, und es ist eine ganz einfache Rechnung, zu bestimmen, wie hoch das Prisma bei demselben Rauminhalte sein würde, wenn seine Basis so groß wäre, als die Oberfläche des ganzen Erdtheils. Die Gebirge betrachtete Humboldt als liegende dreiseitige Prismen, deren Basis die vom Gebirge eingenommene Area, deren Höhe die des Kammes ist. Während ein Verticalschnitt der vorigen Prismen jedesmal ein Viereck ist, stellt derjenige der Gebirgsprismen, senkrecht auf der Axenrichtung der Kette genommen, ein Dreieck dar, und das Volumen des Gebirgsprismas ist also gleich dem halben Producte von Höhe und Basis. Auch dieses Volumen wurde als über den ganzen Erdtheil zu einem überall gleich hohen Prisma, dessen obere und untere Fläche congruent, dessen Seitenflächen also senkrecht sind, vertheilt gedacht. Die Wirkung einer Hochebene ist hiebei der größeren Basis wegen auch bei geringerer Höhe weit beträchtlicher, als die der Gebirge.

Die Berechnung des Volumens ist sehr einfach, wenn man Höhe und Basis kennt; aber es ist sehr schwierig, die letzteren zu bestimmen. Darum hat auch Humboldt seine Resultate nur als Näherungswerthe angegeben. In das Detail seiner Untersuchung einzugehen, würde uns viel zu weit führen; ich will mich daher darauf beschränken, hier nur seine Resultate anzuführen und einige Höhenangaben von Hochebenen beizufügen, die man in seinen Schriften zerstreut findet.

	Oberfläche in Quadratmeilen.	Höhe in par. Fuß.
Deutschland	20400	1168
Frankreich	17100	828
Spanien	13800	2190
Ganz Europa	304000	630
Asien	1346000	1080
Nordamerika	607000	702
Südamerika	571000	1062
Ganz Amerika	1178000	876
Alle 3 Erdtheile	2828000	947[1].

1) Diese Resultate stehen in den Kleineren Schriften S. 416 und S. 438. In Asie centrale I. 181 sind die Zahlen dieselben.

Höhen von Hochebenen nach Humboldt ſind:

	par. Fuß.
Auvergne	1044
Süd-Bayern	1560
Spanien	2190
Myſore	2760—3060
Caracas	2880
Perſien	3600—4200
Gobi	4000
Becken von Kaſchmir	5022
Popayan	5100
Abyſſinien (Tzanaſee)	5700
Südafrika (Orangefluß)	6000
Nilgherries	6360
Abyſſinien (Axum)	6600
Mexico	7020
Arabien, Kandahar u. Beludſchiſtan	7800
Quito	8940
Provinz de los Paſtos	9600
Tübet	10800—12000
Titicaca	12060

Humboldt hat in ſeine Berechnung der mittleren Höhe der Continente nur Europa, Aſien und Amerika eingeſchloſſen, weil blos dieſe ſoweit bekannt ſind, um nur annähernde Schätzungen zuzulaſſen. Afrika und Neuholland erlauben auch dieſes nicht. Afrika iſt, ſoviel man davon kennt, ſüdlich von der Sahara wahrſcheinlich großentheils Hochland oder Gebirge, die Sahara iſt Tiefland, und es wäre möglich, daß die mittlere Höhe in Afrika den größten Werth hat. Neuholland iſt, ſoweit man es kennt, großentheils Tiefland, und beide Welttheile zuſammen würden vielleicht ein Reſultat geben, das von dem der übrigen drei nicht viel abweicht.

Die Humboldt'ſche Beſtimmung der mittleren Höhe der Continente, die nur etwa 300 Meter angibt, weicht weit von der Laplace's ab, der ſie viel weiter, wenn auch nicht über 1000 Meter reichen läßt. Humboldt ſagt darüber[1], daß er über dieſe Verſchiedenheit der Reſultate betroffen geweſen ſei und Poiſſon um ſeine Anſicht hierüber befragt habe, worauf ihm dieſer antwortete, daß die Data, auf die ſich Laplace geſtützt hatte, nicht

1) Asie centrale I. 185. Kleinere Schriften 441.

genügen, um für das Verhältniß der Meerestiefe zu dem Ueberschusse des Aequatorialdurchmessers der Erde über die Axenlänge eine gewisse Gränze festzusetzen.

Wenn die mittlere Höhe der Continente bedeutend geringer ist, als Laplace glaubte, so ist dafür die mittlere Tiefe der Oceane wahrscheinlich beträchtlich größer. Humboldt[1] führt an, daß Sabine, Lenz, Wauchope und Beechey das Senkblei bis zu 900 und 1000 Meter ausgeworfen haben, ohne Grund zu finden, und daß dieses zuerst dem Capitän Bérard bei 2600 Metern gelungen sei. Im südatlantischen Ocean sondirte Lieutenant Walsh (1849) 32086 Fuß tief, ohne Grund zu finden, dagegen erreichte Roß[2] in 15° s. Br. des atlantischen Meeres den Boden bei 25896 Fuß. Die größte bis jetzt erreichte Tiefe ist die von Denham[3], der (30. Oct. 1852) ebenfalls im südatlantischen Ocean den Boden bei 43380 Fuß fand, und unter Voraussetzung, daß der Kintschindjinga im Himalaya mit 26439 par. Fuß der höchste Gipfel sei, ergab sich Humboldt als Höhendifferenz beider Punkte 69819 Fuß oder etwas über 3 deutsche Meilen, etwas mehr als die Hälfte des Erddurchmesserunterschiedes.[3]

Die Tiefe des Oceans ist ohne allen Zweifel eine bedeutend größere, als die Höhe des Landes über dem Meere, obwohl man bisher nur den nordatlantischen Ocean bis zum Aequator genauer kennt. Das Project, Europa mit Nordamerika von Irland aus durch einen Telegraphen zu verbinden, hat es als nothwendig erscheinen lassen, den Grund zu sondiren, und die New York, New Foundland and London Telegraph Company übersandte Humboldt das Resultat dieser Sondirung in einem 25 Fuß langen Profile, von dem derselbe der Gesellschaft für allgemeine Erdkunde in Berlin Kunde ertheilte, und welche es in ihrer Zeitschrift veröffentlichte. Der Boden des Oceans ist an der fraglichen Stelle, wie man ihn, die Tiefe abgerechnet, für dergleichen Unternehmungen nicht besser wünschen könnte, da er bei völlig ruhigem Wasser ohne alle Felsen mit weichem Schlamme bedeckt ist und in Betracht der großen Ausdehnung die Unebenheiten verhältnißmäßig klein sind, weshalb ihm auch der Name Telegraphenplateau beigelegt wurde. Die mittlere und fast durchgängige Tiefe ist nach den auf dem Schiffe Arctic

1) Kleinere Schriften 443.

2) Humboldt, Berichte der Berl. Akademie 1853. 140.

3) Humboldt hat diesen Gegenstand zuletzt 1853 bearbeitet. Seit dieser Zeit hat sich nach den Messungen von Waugh ergeben, daß der Kintschindjinga dem Mount Everest, der 27212′ hat, nachsteht. Obige Differenz würde daher um 800′ größer. S. oben S. 358.

unter Lieutenant Berryman angeſtellten Sondirungen 6000 Fuß, die tiefſte Stelle 11653. Weiter nach Süden zeigt ſich nach der von Maury[1] angefertigten Karte nahe der Mitte des atlantiſchen Oceans zwiſchen den Bermudas und den Azoren eine Tiefe von 5000 und mehr Faden, die ſich weiter ſüdlich zwiſchen Amerika und Afrika wieder zu 4000 verringert. Der ſüdatlantiſche Ocean ſcheint der oben angeführten Meſſung Denham's zufolge tiefer zu ſein als der nördliche, und wohl iſt es auch der große Ocean, von dem ich jedoch keine Meſſungen kenne. Es läßt ſich hierauf dadurch ſchließen, daß die über ſeichten Stellen langſamer gehenden Fluthwellen auf dem großen Ocean am raſcheſten vorwärts ſchreiten. Auch die durch Erdbeben erzeugten Wellen werden zu Tiefenbeſtimmungen benützt. Am 23. Dec. 1854 ereignete ſich zu Simoda in Japan ein Erdbeben, welches das Scheitern der ruſſiſchen Fregatte Diana zur Folge hatte. Nach 12 Stunden 16 Minuten kam die Welle in dem 4800 engl. Meilen von Simoda entfernten San Franzisco, in 12 Stunden 38 Minuten in dem 5200 Meilen entfernten San Diego in Californien an und hieraus berechnete Bache[2] für den ſtillen Ocean eine Tiefe von 14—18000 Fuß.

Geſchichte der Geographie.

Die Ereigniſſe, welche eine dauernde Wirkung auf den Zuſtand der Völker ausüben, oder in der hergebrachten Ordnung der Dinge eine weſentliche Veränderung hervorbringen, folgen ſich nicht immer mit gleicher Raſchheit; es gibt Zeiten, die wenn auch eine nicht größere Zahl von Jahren umfaſſend als andere, für die Nachwelt doch eine ungleich höhere Wichtigkeit haben. Es iſt als wenn das Rad der Zeit hin und wieder ſchneller liefe, ein andermal wo nicht ſtehen bleibe, doch ſich wenig fortbewege. Vergleichen wir z. B. die politiſche Geſchichte Europa's in den letzten hundert Jahren, ſo wird zugegeben werden müſſen, daß den Ereigniſſen von 1789—1815 eine

---

1) Explorations and Sailing Directions to accompany the Wind and Current Charts. Auch Zeitſchrift für allg. Erdkunde 1853.

2) Nautical Magazine January 1856 und Petermann, Geogr. Mitthlg. 1856.

weit größere Bedeutung zugeſchrieben werden müſſe, als den 30 Jahren vor oder nach dieſer Epoche. Ganz in gleicher Weiſe wie bei den politiſchen Ereigniſſen geht es auch in wiſſenſchaftlicher Beziehung, ja ſogar in den einzelnen Wiſſenſchaftszweigen. Niemand wird läugnen können, daß die Entdeckungen der letzten hundert Jahre an Zahl wie an Bedeutung denen irgend eines früheren Jahrhunderts weit überlegen ſeien.

Für die Geographie, wenigſtens ſoweit ſie ſich mit der Lehre von der Vertheilung des Feſten und Flüſſigen über die Erdoberfläche beſchäftigt, iſt das Zeitalter der größten Anſammlung von Entdeckungen bereits vorüber; es fällt ſo ziemlich in das Jahrhundert von 1450—1530 und ihre drei Glanzpunkte, die Entdeckung von Amerika durch Chriſtoph Columbus (1492), die Umſegelung von Afrika durch Vasco da Gama (1497—1499) und die erſte Reiſe um die Welt unter Fernaõ del Magelhaẽs oder Magellan und nach deſſen während der Reiſe erfolgtem Tode unter Sebaſtian d'Elcano (1519—1522), fallen in das mittlere Dritttheil der Entdeckungsperiode.

Seit dieſen Entdeckungen iſt keine ſo außerordentliche Bereicherung der Geographie mehr erfolgt, denn die Auffindung von Neuholland durch Abel Taßmann (zwiſchen 1615 und 1642) hat einen bei weitem geringeren Einfluß auf uns geäußert und gegenwärtig bleibt, ſoweit es die Umriſſe der Landmaſſen anbelangt, nur eine geringe Nachleſe, die Auffindung irgend eines Inſelchens übrig, da die Erdoberfläche zu ſehr durchforſcht iſt, als daß ein größeres Land bisher hätte entgehen können. Eine allenfallſige Auffindung in der nächſten Nähe der Pole liegender Maſſen, die Durchforſchung der dortigen Meerengen, Durchfahrten u. ſ. w. iſt wohl wiſſenſchaftlich von Intereſſe, kann aber nicht wohl von praktiſcher Bedeutung werden.

Die italiäniſchen Republiken, die bis zum Anfange der oben angegebenen Epoche die erſten Seefahrer Europa's, die vorzüglichſten Handelsleute geweſen waren, verloren um jene Zeit ihre Bedeutung, da das Vordringen der Türken ihnen Stück für Stück die Emporien ihrer Thätigkeit, die ſich hauptſächlich auf die Levante beſchränkt hatte, entriß. Im atlantiſchen Ocean hatten ſich die Schiffer während des ganzen Mittelalters unheimlich gefühlt; man erzählte ſich von ſeiner Dunkelheit, von ſeiner Unzugänglichkeit und getraute ſich nur in der Nähe der europäiſchen Küſte vom Mittelmeere aus die nordeuropäiſchen Häfen zu beſuchen. Als nun die Italiäner ihr Anſehen verloren, ging die Thätigkeit zur See zunächſt auf die Portugieſen, dann auf ihre Nachbarn die Spanier über. Man wagte ſich nach und nach weiter hinaus in das offene Weltmeer und entdeckte dabei die in demſelben befind-

lichen Gruppen der Canarien, Azoren und der Capverdiſchen Inſeln. Die Portugieſen erreichten Guinea und immer ſüdwärts dringend die Südſpitze von Afrika. Neben dem Gewinne, den ſie aus dem Handel mit den afrikaniſchen Stämmen zogen, lag ihnen ſtets der Wunſch am Herzen, durch Umſchiffung von Afrika und unmittelbaren Verkehr mit Indien ſich die Gewürze und andere werthvolle Waaren zu verſchaffen, die man bisher nur über Alexandrien und unter ſchweren Zöllen erhalten konnte. Einen großen Antheil an dieſen Fortſchritten der Portugieſen hatte der Infant Heinrich der Seefahrer, ſo genannt nicht nach ſeinen Seefahrten, denn er hat nie eine gemacht, ſondern wegen der großen Unterſtützung, die er den Seefahrern zu Theil werden ließ. Die portugieſiſchen Beſtrebungen ſind zunächſt der Zerſtörung des Wahnes zu verdanken, der im Mittelalter lange herrſchte, und dem zufolge man glaubte, Afrika ſchließe im Süden wieder an Aſien an und das indiſche Meer ſei in ähnlicher Weiſe abgeſperrt wie das mittelländiſche. Während hiebei das Augenmerk zunächſt auf die afrikaniſchen Entdeckungen gerichtet war, von denen Alles Glück hoffte, fehlte es nicht an Leuten, die nach Weſten wieſen und geſtützt auf die herrſchend gewordene Anſicht von der Kugelgeſtalt der Erde die Anſicht ausſprachen, es müſſe leicht durchführbar ſein, direct d. i. quer über den Ocean weſtwärts fahrend an die Oſtküſten von Aſien zu gelangen, wobei ihnen der allgemein verbreitete Glaube, daß die Erde viel kleiner ſei, als ſich ſpäter herausſtellte und daß Oſtaſien ſich viel weiter gegen Weſteuropa erſtrecke, ſehr zu ſtatten kam. Man dachte ſich Oſtaſien von Weſteuropa nicht einmal ſo weit entfernt, als es Oſtamerika in der That iſt.

Unter denjenigen Männern, welche zu den thätigſten Anhängern dieſer Theorie gehörten, iſt beſonders Chriſtoph Columbus (Criſtobal Colon), ein Genueſe von Geburt, zu nennen, der nachdem er ein bewegtes Leben, das ihn 1477 bis nach Island (Thile) und darüber hinaus führte, durchgemacht hatte, mit dem Hofe zu Liſſabon wegen Ausführung des Projectes in Unterhandlung trat.

Colon's Vorſchlag fand keinen Beifall in Portugal, weshalb er ſich (1486) nach Caſtilien wandte. Dort herrſchten Iſabella und Ferdinand und waren eben im Kampfe mit den Mauren von Granada, während deſſen Dauer ſie ſich nicht leicht in ein ſo gewagtes Unternehmen einlaſſen konnten. Columbus war 1491 bereits daran, ſich nach Frankreich zu wenden, als nach dem Falle von Granada trotz des hohen Finderlohnes, den er forderte, dennoch ein Vertrag zu Stande kam. Man verſprach ihm für den Fall des Gelingens für ſeine Perſon und ſeine Nachkommen die Erhe-

bung in den Adelſtand mit dem Prädicat Don, die Würde eines atlantiſchen Admirals mit dem Genuſſe aller Vorrechte der Almiranten von Caſtilien, welche im Range nur den Kronfeldherrn nachſtanden, Macht und Titel eines Vicekönigs in den entdeckten Ländern mit dem Rechte, für alle Aemter der künftigen Herrſchaften drei Bewerber vorzuſchlagen, den Zehnten der Kroneinkünfte aus den Entdeckungen, endlich nach Belieben ein Achtel Antheil an dem Kronbetrieb der etwaigen Handelsmonopole. Man ſieht hieraus, daß Columbus ſeine Intereſſen durchaus nicht vergeſſen hat.

Am 3. Auguſt 1492 verließ er mit 90 Mann auf 3 Schiffen den caſtiliſchen Hafen Palos und erreichte am 12. October eine Inſel Guanahani (jetzt Watlings-Inſel, nicht wie man früher glaubte das jetzige Cat Island), die er in San Salvador umtaufte. Mit der Entdeckung dieſer Inſel war auch die Entdeckung der übrigen Antillen und von Amerika überhaupt gemacht.

Die unmittelbare Folge des erſten Beſuches der Europäer war die Entdeckung der jetzigen Inſeln Rum-Kay, Long-Island, Cuba, Haiti und Jamaika. Die Menſchen, welche die Inſeln bewohnten, waren Wilde von rother Hautfarbe und im Beſitze von Gold, welches die Habgier der Spanier nicht wenig reizte.

Nachdem der Admiral, deſſen eines Schiff geſcheitert war, einen Theil ſeiner Mannſchaft als Beſatzung eines neuerrichteten Forts zurückgelaſſen hatte, trat er am 16. Januar 1493 die Rückreiſe an und erreichte Europa am 4. März. Alsbald nach ſeiner Rückkehr ſuchten Ferdinand und Iſabella von Caſtilien bei dem Papſte Alexander VI. um die Beſtätigung ihrer Beſitzthümer im Weſten des Oceans nach, um die Portugieſen von der Concurrenz auszuſchließen. Der Papſt erließ eine Bulle, welche den Spaniern die im Weſten des Oceans zu erobernden Inſeln und Feſtländer zuerkannte, inſoweit bereits vorhandene Rechte anderer chriſtlicher Fürſten (Portugals) nicht beeinträchtigt würden, und zog, um jede weitere Streitigkeit zu vermeiden, auf der Karte eine Gränzlinie durch den Ocean von einem Pole zum andern. Urſprünglich ſollte dieſer trennende Meridian (raya) 100 Leguas weſtlich von den capverdiſchen Inſeln liegen; doch wurde dieſe Entfernung durch einen Staatsvertrag zwiſchen Portugal und Spanien auf 370 Leguas feſtgeſetzt.

Die zweite Reiſe nach dem neuen Lande (1493) machte eine große Menge von Anſiedlern mit, auch wurden die europäiſchen Hausthiere dorthin gebracht, da man bei der erſten Expedition kein Säugethier dort gefunden hatte, das größer als ein Haſe war, und unter den mitgenommenen Thieren befanden ſich auch Hunde — zur Jagd auf die Indianer. Bei der Ankunft in Haiti

fand man die Beſatzung in Folge ihres Benehmens gegen die Eingeborenen erſchlagen, die Einwanderer fanden das Paradies nicht, das Columbus in ſeiner Freude über die Entdeckung verheißen hatte; es kam zu Mißhelligkeiten unter den Spaniern, zu Streitigkeiten mit den Indianern, bei denen natürlich dieſe den Kürzeren zogen und fürchterliche Grauſamkeiten zu erdulden hatten. Die Ausgaben der neuen Colonie überſtiegen weit ihre Einnahmen und da man in Spanien lieber das Entgegengeſetzte geſehen hätte, konnte es an Zerwürfniſſen nicht fehlen. Den Sturm zu beſchwören ging Columbus nach Spanien zurück, und verſtand es, dort nicht nur ſeine alten Privilegien beſtätigen zu laſſen, ſondern ſogar noch neue hinzuzufügen, die ihm den dritten Theil der ganzen Beute zuſprachen und alle Privatentdeckungen verboten. Auf der dritten Fahrt (1498) kam er in die Gegend der Orinocomündung, alſo an das Feſtland, und ſchloß aus der Größe des Stromes ganz richtig, daß hier ein Continent ſein müſſe. Nach der Ankunft auf Haiti ſetzten ſich die alten Mißverhältniſſe fort. Columbus und ſeines Bruders Bartolomeo Verfahren gegen ihre Untergebenen, ſowie theilweiſe auch ihre Habſucht, zogen ihnen deren Haß und die Verläumdung am Hofe zu. Um die Finanzen der Colonie zu verbeſſern hatte der Admiral die Eingeborenen als eine Art Bodenreichthum, als Erwerbsquelle betrachtet und eine Parthie derſelben zum Verkaufe nach Europa geſandt. Darüber war die Königinn Iſabella empört: ſie befahl, daß die Indianer zurückgeſchickt würden, und Columbus war in Ungnade gefallen. Es wurde Befehl ertheilt, ihn nach Spanien zu rufen und man brachte ihn in Ketten zurück. Das war es nun nicht, was die ſpaniſchen Monarchen wollten, die Ketten fielen alsbald, es wurde Columbus auch (1502) an die Spitze einer neuen Expedition geſtellt, welche zur Aufgabe hatte, ganz nach Aſien hinüber zu gehen und die Erde zu umſegeln. Bei dieſer Gelegenheit kam er nach Honduras und an die jetzige Moskitoküſte; aber die Durchfahrt wurde aus dem einfachen Grunde nicht gefunden, weil in Mittelamerika keine vorhanden iſt. Die Schiffe der Expedition gingen nach und nach zu Grunde und mit genauer Noth kam Columbus nach San Domingo und von da nach Spanien zurück, wo er am 21. Mai (Himmelfahrtstag) 1506 verſchied. Sein Sohn Don Diego Colon wurde nach ſeinem Tode der zweite Admiral von Indien, erbte aber außer dem Titel zunächſt einen Proceß um das Vicekönigthum von Indien, da der Fiscus das Recht der Krone, richterliche Aemter, wie das Vicekönigthum iſt, zu verleihen beſtritt. Man verdankt dieſem Proceſſe eine große Anzahl werthvoller auf die Entdeckung von Amerika bezüglicher Urkunden. Diego Colon († 1526) erlebte das Ende des Proceſſes nicht; ſeine Wittwe

ſchloß für den minderjährigen Sohn Don Louis einen Vergleich, in dem ſie auf die ſtreitigen Anſprüche verzichtete, wogegen der Majoratserbe zum Herzog von Veragua, Markgrafen von Jamaika, zum indiſchen Admiral und ſpäter zum Generalcapitän von Eſpañola ernannt und mit einer jährlichen Rente von 10000 Ducaten abgefunden wurde, während der Staatsſchatz die Apanagen für die Geſchwiſter übernahm. Mit Don Diego, dem vierten Admiral und Neffen des Don Louis, erloſch 1576 die directe legitime Linie Columbus.[1]

Der große Entdecker ſtarb in der feſten Ueberzeugung, nicht etwa einen neuen Welttheil, ſondern Theile des öſtlichen Aſiens gefunden zu haben. Die Entdeckung neuen Landes war ihm ſtets nur Nebenſache; ihn beſchäftigte ausſchließlich der Gedanke an einen Weg zu den Ländern der Specereien (Aſien). Von Südamerika kannte man zwar bei ſeinem Tode ſchon einen großen Theil der Nordküſte, und der Portugieſe Cabral, der (1500) auf dem Wege nach Indien (um das Cap) an und für ſich einen weſtlichen Curs eingeſchlagen hatte und von der Aequatorialſtrömung noch weiter nach Weſten getrieben worden war, hatte die Küſte von Braſilien entdeckt. Aus deren bedeutender Ausdehnung mußte man auf den Gedanken kommen, daß man mit einem neuen Continente zu thun habe, und dieſer führte auch in der That den Namen Land des heiligen Kreuzes, allein man dachte ſich dieſe Ländermaſſe gegen Indien etwa ſo gelegen, wie ſich das Verhältniß von Neuholland ſpäter wirklich herausgeſtellt hat. Auch von den nördlichen Theilen von Nordamerika kannte man ſchon weite Küſtenſtrecken. Bereits um das Jahr 1000 waren die Normannen von Island aus über Grönland, Neufoundland und Neuſchottland bis in die Gegend des jetzigen Boſton vorgedrungen, doch hatte ſich die Kunde hievon wieder verloren, aber um die Zeit von Columbus (1497) hatte eine engliſche Expedition unter dem Venetianer Giovanni Gaboto oder Caboto (John Cabot der Engländer) die Küſte von Labrador entdeckt. Peſchel[2] hält es nicht für unmöglich, daß eine portugieſiſche Expedition unter Gaspar Cortereal, welche 1501 verloren ging, das erſte Opfer war, welches die ſogenannte nordweſtliche Durchfahrt forderte.[3]

1) Die vorſtehenden hiſtoriſchen Thatſachen über Colon ſind Oscar Peſchel's Geſchichte des Zeitalters der Entdeckungen entnommen.

2) A. a. O. 333.

3) Eine vollſtändige Zuſammenſtellung der verſchiedenen Entdeckungsreiſen nach Amerika findet ſich in Kunſtmann: Die Entdeckung Amerika's. München, 1859.

Als die Grundzüge von Humboldt's Anſichten über die wichtigen geographiſchen Entdeckungen charakteriſirend dürfen wir wohl nachfolgende Stelle anſehen, die ſich im 1. Bande S. 31[1] findet. Er ſagt: „Man darf nicht vergeſſen, daß Behaim, Columbus, Vespucci, Gama und Magellan Zeitgenoſſen von Regiomontanus, Paolo Toscanelli, Rodrigo Faleiro und andern berühmten Aſtronomen waren, welche ihre tieferen Einſichten den Schifffahrern und Geographen ihrer Zeit mittheilten. Die großen Entdeckungen auf der weſtlichen Halbkugel waren kein Werk des Zufalls. Es würde ungerecht ſein, den erſten Keim dazu in jenen inſtinctmäßigen Dispoſitionen der Seele ſuchen zu wollen, denen die Nachwelt oft das zuzuſchreiben geneigt iſt, was eine Frucht des Genies und langen Nachdenkens war. Columbus, Cabrillo, Gali und ſo viele andere Seefahrer bis auf Sebaſtian Biscayo, welche ſich in den Annalen der ſpaniſchen Marine ausgezeichnet haben, waren für das Zeitalter, in welchem ſie lebten, Männer von bewundernswürdiger Bildung. Die Urſache, weshalb ſie ſo denkwürdige Entdeckungen gemacht haben, iſt die, weil ſie richtige Begriffe von der Geſtalt der Erde und von der Länge der Entfernungen hatten, welche zu durchlaufen waren[2]; weil ſie verſtanden, die Arbeiten ihrer Vorgänger zu benutzen und anzuwenden; die in den verſchiedenen Zonen herrſchenden Winde zu beobachten; die Variationen der Magnetnadel zu meſſen, um nach ihnen die Richtung des Weges zu beſtimmen und zu verbeſſern; praktiſch ſtets die am wenigſten unvollkommenen Methoden anzuwenden, welche die Mathematiker damaliger Zeit angegeben hatten, um ein Schiff durch die Einöde des Meeres zu ſteuern. Die nautiſche Aſtronomie mußte nothwendigerweiſe ſo lange in der Kindheit bleiben, als der Gebrauch der Spiegelſextanten und der Seeuhren unbekannt war. Die Schifffahrtskunde iſt in ſo hohem Grade von der Ausbildung der mathematiſchen Wiſſenſchaften und der Vervollkommnung der optiſchen Inſtrumente abhängig, daß wegen dieſer nahen Verbindung ihre Fortſchritte nur langſam ſein können, und häufigen Stillſtand erleiden. Die Kunſtgriffe der Steuerkunde, welche auf den großen Seefahrten des Columbus, Gama und Magellan angewendet worden ſind, und die uns ſo überaus unſicher erſcheinen müſſen, hätten die Bewunderung nicht blos der phöniziſchen, karthagiſchen oder griechiſchen Seefahrer, die in dieſer Beziehung kaum in Betracht

1) In den Citaten aus dieſem Werke iſt ſtets die Ueberſetzung von Illiger gemeint.

2) Bei Columbus war letzteres nicht ganz der Fall.

kommen dürften, ſondern ſelbſt der geſchickteſten Piloten erregt, welche Caſtilien, die baskiſchen Provinzen, Dieppe und Venedig im 13. und 14. Jahrhundert aufzuweiſen hatten. Von dieſem Zeitpunkte an findet man Spuren verſchiedener Methoden zur Längenbeſtimmung, welche mit den heutigen faſt identiſch ſind und deren Anwendung mit der äußerſten Mühe und Sorgfalt geſucht wurde, aber wegen der Unvollkommenheit der zur Meſſung der Zeit und der Winkelabſtände erforderlichen Inſtrumente mußten ſie der Anwendung völlig unbrauchbar erſcheinen."

Die Anſicht, daß es nicht unmöglich ſei, daß es noch Länder auf der Erde gebe, die mit unſerm Continente nicht zuſammenhängen, iſt eine uralte, ſie geht ſogar in eine Zeit zurück, in der die Theorie, unſere Erde ſei eine von den Waſſern des Oceanus umfloſſene Scheibe, noch in der Blüthe ſtand. Man verlegte damals, wie Humboldt zeigt (I. S. 48), an den Rand der Scheibe die Inſeln der Seligen, die Hyperboräer und das Land der gerechten Aethiopen. Man glaubte, die Scheibe neige ſich der üppigen Tropenvegetation wegen etwas gegen Süden, und der damaligen Anſicht nach war die Gegend, in welche wir jetzt den Nordpol verlegen, nicht etwa in die Mitte, ſondern an den nördlichen Rand der Scheibe geſetzt. Bei dieſer Theorie konnte nicht daran gedacht werden, daß man bei einer Reiſe, deren Richtung fortwährend dem Aequator parallel wäre, in einem Kreiſe herumgeführt würde. Es zeigen ſich jedoch ſchon frühe Spuren, daß die Erde für eine Kugel gehalten wurde; die Pythagoräer ſowie Ariſtoteles ſprechen ſich entſchieden dafür aus, und ſeit dieſer Zeit iſt die Möglichkeit die Erde zu umkreiſen als mit der Theorie wenigſtens eines Theiles der Naturforſcher zuſammenſtimmend zu betrachten. Ob dieſe Umſchiffung auch praktiſch ausführbar ſei, blieb lange dahin geſtellt; man begegnete Zweifeln, ob der Ocean allenthalben ſchiffbar ſei, ob man die Erde allenthalben bewohnen könne. Die glücklichen Fahrten der Portugieſen hatten dieſe Zweifel gelöſt; doch bedurfte es nichtsdeſtoweniger noch eines genialen Mannes, um das zur Reiſe zu bringen, was die früheren Jahrhunderte vorbereitet hatten.

Humboldt hat in dem erſten Abſchnitte ſeines Werkes dieſe Verhältniſſe unterſucht und die verſchiedenen Stellen, die ſich in den von Columbus und ſeinen Zeitgenoſſen herrührenden Documenten finden mit demjenigen verglichen, was aus den früheren Schriften der Alten, wie auch der ſpätern Zeit vorhanden war. Das ganze Werk trägt ſowohl in Beziehung auf die Reichhaltigkeit des Materials als auch in Beziehung auf die Art, wie daſſelbe benützt wurde, allenthalben den Stempel der tiefſten Gelehrſamkeit, wie auch des ausdauerndſten Fleißes.

Es läßt ſich die Geſchichte der Geographie ähnlich einem andern Geſchichtswerke in der Weiſe behandeln, daß man die Reihenfolge der Entdeckungen, die in den verſchiedenen Epochen gemacht wurden, angibt, und zu gleicher Zeit die damit verbundenen Vorgänge ſchildert. Hat man die Beurtheilung der Thaten eines hervorragenden Mannes ſich zur Aufgabe gemacht, ſo genügt dieſe Behandlung noch nicht, denn es iſt durchaus nicht gleichgültig, welche Ideen ſeine Zeit beherrſchten, und es kann mitunter als Zufall erſcheinen, was bei näherer Betrachtung ſich als Erfolg lange dauernder Anſtrengungen vieler Männer erweiſt; es kann aber auch das Umgekehrte ſtattfinden. Darum kann man ſich auch die Frage ſtellen: Was hat dieſen oder jenen Mann zu ſeinen Arbeiten veranlaßt? Welcherlei waren die Anſichten jener Zeit?

Die beiden erwähnten Arten von Geſchichtſchreibung verhalten ſich etwa ſo, wie wenn man das einemal bei einer kunſtreichen Maſchine ſich darauf beſchränkte, die verſchiedenen Verrichtungen zu ſchildern, die man an derſelben wahrnimmt, während man auch weitergehen und das Räderwerk unterſuchen kann, wodurch man erſt in den Stand geſetzt wird, ſich zu erklären, warum dieſes oder jenes gerade ſo wie beobachtet und nicht anders kommen konnte. Für dieſe letztere Art von Unterſuchungen hat, ſo weit es ſich um die Geſchichte der Geographie handelt, Humboldt, wie allgemein anerkannt wird, den Anfang gemacht.

Ein Geſchichtswerk, deſſen Schwerpunkt auf den Quellen und deren Verwendung beruht, in Kürze wieder zu geben, ſo daß der Leſer des Auszuges ſich etwa ein Bild des Ganzen machen kann, iſt eine vollkommene Unmöglichkeit. Ich muß mich daher darauf beſchränken, hier anzugeben, daß Humboldt in ſeiner Schrift alle Stellen der Claſſiker, Ueberlieferungen früherer Fahrten in den Ocean und Sagen von bewohnten Eilanden in den Kreis ſeiner Beſprechung bringt und daraus den Schluß zieht, daß alle dieſe Umſtände, namentlich aber die Schrift de Imagine Mundi des Kardinals Pierre d'Ailly (Petrus de Alyaco) und der Briefwechſel mit dem italieniſchen Aſtronomen Toscanelli im höchſten Grade anregend auf Columbus gewirkt haben, daß aber, wenn auch der Gedanke an eine Umſchiffung der Erde durchaus nicht neu war, die Kühnheit der That, die Art ihrer Ausführung und die Gabe, die Natur um ſich zu beobachten und aus den Beobachtungen Schlüſſe zu ziehen, ihn zu einem der größten Männer aller Jahrhunderte machen. Da Columbus in ſeinen früheren Jahren Island beſucht hatte, war in dem Fiscalproceſſe die Frage aufgeworfen, ob nicht Columbus etwa dort durch die obenerwähnten Fahrten der Nor-

mannen Nachrichten von dem amerikaniſchen Lande bekommen haben könnte, wodurch dann im Bejahungsfalle die Anſprüche der Erben Colon's hätten angeſtritten werden können. Humboldt zeigte, daß eine derartige Nachricht jedenfalls auf die Plane des Columbus keinen begünſtigenden Einfluß geäußert hätte, da es dieſem niemals darum zu thun war, neues Land zu entdecken, eine Sache, auf die er nur ganz untergeordneten Werth legte, ſondern darum, den Seeweg nach Oſtindien, dem Land der Specereien, in einer andern Richtung zu ſuchen, als es die Portugieſen thaten, und daß er in dem feſten Glauben geſtorben ſei, nicht etwa in einen neuen Welttheil, ſondern nach Indien gekommen zu ſein.

Ein Gegenſtand, mit dem ſich Humboldt im 2. und 3. Bande ſeines Werkes vorzugsweiſe beſchäftigte, iſt das Verhältniß Columbus zu Amerigo Vespucci, dem Manne, welcher Veranlaſſung zu dem Namen Amerika war und dem Las Caſas[1] 40 Jahre nach ſeinem Tode vorwarf, durch Fälſchung zu einer unverdienten Berühmtheit gekommen zu ſein, ein Vorwurf, dem man auch heutzutage noch hin und wieder begegnet. Dieſer Amerigo[2] wurde zu Florenz geboren, und ſtammte aus einer angeſehenen und wohlhabenden Familie ab. Theils auf ſpaniſchen theils auf portugieſiſchen Schiffen hatte er, jedoch nie als Anführer, ſondern in der Stellung als Pilote 4 Reiſen unternommen, wobei er auf der erſten (1497 nach Humboldt II. 320 u. 423, 1499 nach Peſchel S. 309) in die Gegend des heutigen Guyana kam.

Die Berichte über die 4 Reiſen des Vespucci fanden eine weit größere Verbreitung als die des Columbus. Vor dem Jahre 1507 waren über die Entdeckungen nur ein Brief von Columbus und einer von Vespucci gedruckt worden, und die Berichte über die vier Schifffahrten des Letzteren waren die erſten populären Schilderungen der Neuen Welt. Dieſe wurden aus dem Italiäniſchen in's Lateiniſche, wieder rückwärts ins Italiäniſche u. ſ. w. überſetzt und dadurch ziemlich verdorben. Der Name Amerika wurde, wie Waſhington Irving in ſeinem Life of Columbus nachweiſt und dem Humboldt beiſtimmt, zuerſt von einem Freiburger, Namens Martin Waltzemüller (Waldſeemüller), der ſich nach der damaligen Sitte den gräciſirten Namen Hylacomylus oder Ilacomylus, auch Ylacomylus beigelegt hatte, und von dem Humboldt glaubt, daß er am Gym-

1) Peſchel, a. a. O. 409.

2) Humboldt leitet (II. 324) den Namen von Amalrich ab, welcher Name durch die Longobarden nach Italien kam.

naſium zu St. Dié in Lothringen Geographie lehrte, im Jahre 1507 vorgeſchlagen. Sein Werk: Cosmographiae Introductio cum quibusdam Geometriae ac Astronomiae principiis ad eam rem necessariis. Insuper quatuor Americi Vespucii navigationes. Ex Sancti Deodati Oppido 1507 fand eine ſehr große Verbreitung und erlebte mehrere Auflagen. Hylacomylus errichtete kurz vor 1507 in St. Dié eine Buchhandlung und beſchäftigte ſich gleichzeitig mit der kritiſchen Unterſuchung einer griechiſchen Handſchrift des Ptolemäus und mit der Herausgabe der 4 Reiſen des Vespucci.

„Um den Zuſammenhang dieſer Beſchäftigungen und die Beziehungen zu verſtehen," ſagt Humboldt[1], „in denen ſie zu dem wachſenden Ruhme des Florentiner Seefahrers ſtanden, muß man ſich daran erinnern, daß Lothringen während der Regierung Renatus II., Enkels von René I. d'Anjoule Bon, der Mittelpunkt äußerſt wichtiger geographiſcher Arbeiten war. René II. führte die Titel eines Königs von Jeruſalem und Sicilien, Herzogs von Lothringen, und Grafen von Provence; aber in Wirklichkeit beſaß er nur Lothringen, welches er von ſeiner Mutter Yolanda, Gemahlin des Grafen Friedrich von Vaudemont ererbt hatte. Während der 35 Jahre ſeiner Regierung, beſonders ſeitdem der Fall Karls des Kühnen ſeinem Lande Ruhe gewährte, beſchützte er die Gelehrten und begünſtigte aufmunternd geographiſche Forſchungen, und da er in der Zeit der großen Entdeckungen zur See lebte, ſo fand er ohne Unterlaß Gegenſtände, mit denen er ſeine thätige Neugier zu nähren vermochte. Vespucci ſtand mit ihm in Briefwechſel und wir erſehen aus der Kosmographie des Hylacomylus ſelbſt, daß er dem König René die Berichte über ſeine 4 Reiſen widmete. Der Freigebigkeit des Herzogs von Lothringen verdankt man eine der berühmteſten Ausgaben des Ptolemäus, nämlich die Straßburger vom Jahre 1513. Die alte und neue Geographie waren damals eng verbunden. Gleichwie man in unſern Tagen vielleicht zum Nachtheile der Wiſſenſchaft geraume Zeit hindurch die neuen Entdeckungen auf dem Gebiete der Naturgeſchichte dem Systema naturae des Linné hinzufügte, ſo wurden ſeit 1486 den Ausgaben des Ptolemäus Karten vom neueren Europa beigegeben, und ſeit dem Jahre 1508 Karten von Amerika. Dies war für die neu erfundenen Künſte der Buchdruckerei und Kupferſtecherei ein willkommenes Mittel, zu gleicher Zeit dem Geſchmacke der Gelehrten und den Wünſchen der Neugierigen und Liebhaber zu genügen; auch war dies

1) Krit. Unterſ. II. 363.

einer der Beweggründe, die Ausgaben der Geographie des Ptolemäus zu vervielfältigen, ſo daß mehr als 20 innerhalb des Zeitraumes von 1475—1552 erſchienen, bisweilen ſogar mehrere in Einem Jahre. Man fügte dem Ptolemäus kleine kosmographiſche Abhandlungen bei, und Alles, was den Alten unbekannt war, wurde unter der unbeſtimmten Benennung: regiones extra Ptolemaeum zuſammengefaßt."

In II. 371 des Humboldt'ſchen Werkes finden wir: „Der Ptolemäus vom Jahre 1522, bearbeitet von einem zu Metz anſäſſigen Gelehrten mit Karten von der Hand des Geographen von St. Dié ausgeſtattet, kann mit demſelben Rechte wie der Ptolemäus vom Jahre 1513 als eine Arbeit betrachtet werden, welche Lothringen zu verdanken iſt. Der Herausgeber der 4 Briefe des Vespucci, Hylacomylus, verwechſelte den Florentiner Seefahrer mit dem Genueſer, gleichwie in unſern Tagen viele Perſonen, welche ſich für die Entdeckungen einer nordweſtlichen Durchfahrt intereſſiren, die berühmten Namen Parry und Roß zu verwechſeln pflegen. Vespucci, deſſen Ruhm durch eine ſo bedeutende Anzahl von Werken verherrlicht wird, verdunkelte ſeit dem Erſcheinen ſeiner dritten Reiſe, welche mit den Abbildungen der ſüdlichen Sternbilder geziert war, auf geraume Zeit den Ruf des Chriſtoph Columbus. Dieſelbe Ausgabe des Ptolemäus vom Jahre 1522, die erſte, welche den Namen Amerika auf einer ihrer Karten darbietet, gewährt den überzeugendſten Beweis von dieſem Uebergewicht, deſſen Veranlaſſung weder in Ränken, noch in boshafter Scheelſucht, ſondern in einem natürlichen Zuſammentreffen von Umſtänden, die ich im Vorhergehenden überſichtlich darzuſtellen bemüht geweſen bin, aufzuſuchen iſt. Kein Wort findet ſich über Chriſtoph Columbus in der Vorrede von Thomas Aucuparius, wohl aber eine übertriebene Lobrede auf Vespucci: Non inferiori commendatione digni sunt, qui post Ptholomeum incredibili ingenii indagine ad novas terrarum et insularum lustrationes pervenerunt. Quorum omnium imprimis et non vulgari celebrandus est honore Americus ille Vesputius, Americae terrae, quam hodie Americam, Novum Mundum vel Quartam Mundi partem vocant, aliarumque novarum adjacentium vicinarumque insularum egregius et nobilissimus inventor, visitator et primus hospes. Mit dieſer hochtrabenden Lobrede ſtehen andere Theile des Textes und der Karten in dem allerſonderbarſten Widerſpruche. Mit der Welttafel, welche die Benennung primus inventor et hospes darbietet, iſt eine aus der Ausgabe vom Jahre 1513 wiederholte Karte verbunden, auf welcher man in der Mitte von Südamerika mit großen Buchſtaben die folgenden Worte lieſt: Haec terra cum

adjacentibus insulis inventa est per Columbum Januensem ex mandato regis Castellae.“ [1]

Nachdem wir geſehen haben, daß Humboldt gezeigt hat, wie der Name von Amerika eigentlich nur durch Verwechslung des Entdeckers mit demjenigen, deſſen Schrift am meiſten bekannt wurde, entſtanden iſt, wollen wir auf ſeinen Beweis, daß Vespucci an dieſem Irrthum durchaus ſchuldlos ſei, übergehen. Wir können uns darauf beſchränken, daß Humboldt nachwies, daß Vespucci ſowohl mit Columbus ſelbſt, als auch mit deſſen Sohne Don Hernando, dem Geſchichtſchreiber ſeines Vaters, ſtets im beſten Einvernehmen geſtanden ſei, und daß es dieſen nie eingefallen iſt, den Amerigo einer Betrügerei zu beſchuldigen. Humboldt ſagt (II. 357): „Wir wiſſen aus dem letzten Briefe des Columbus, welcher auf uns gekommen, daß 14 Monate vor ſeinem Tode, am Schluſſe des Februar 1505, Vespucci und Columbus noch in den engſten freundſchaftlichen Verhältniſſen ſtanden.“ In dem in dem Ghillany'ſchen Werke über Behaim befindlichen Aufſatze beſpricht Humboldt die Anſchuldigung, mit der der Biſchof Las Caſas gegen Amerigo auftrat, wonach dieſer die Entdeckung Amerikas fälſchlich ſich zugeſchrieben hätte, und ſagt (S. 7): „Kritiſcher und nicht ewig verwechſelnd, was Andere dem Amerigo zuſchreiben, verfuhr des Columbus Sohn, Don Hernando, der ſich doch überall ſonſt ſo eiferſüchtig auf den Ruhm ſeines Vaters zeigt. Auffallend genug iſt es, daß jener Mangel aller Anſchuldigung des Amerigo im Munde des Don Hernando Colon dem eifernden Biſchof ſelbſt unerklärlich ſcheint und daß dieſer Umſtand ihn doch nicht in ſeinem Irrthum wankend macht. Ich finde Lib. I. cap. 164 pag. 828 die merkwürdige Stelle: „Amerigo glaubte um ſo leichter zu betrügen, als er in lateini-

---

1) Hylacomylus und ſeine Nachfolger mögen einen Unterſchied zwiſchen der Entdeckung des Feſtlandes und der Inſeln von Amerika gemacht haben, eine Unterſcheidung, der man noch heutzutage mitunter begegnet. Allein auch hier gebührt der Ruhm dem Columbus, der die Entdeckung 1498 machte, wenn man die Reiſe, deren Geſchichtſchreiber (nicht Anführer) Vespucci war (ſ. oben S. 379.) auf 1499 ſetzt; doch ſagt Humboldt ganz richtig (II. 315), daß es ganz gleichgültig ſei, wer zuerſt das Cap Paria geſehen habe, denn die Entdeckung gehöre demjenigen, der auch nur den kleinſten Theil Landes zuerſt geſehen habe.

Uebrigens ſteht der im Texte angegebene Satz: Haec terra etc. in der Ausgabe des Straßburger Ptolemäus von 1513 (Humboldt, Atlas géogr. et phys. No. 37) als Bemerkung innerhalb der Umriſſe des ſüdamerikaniſchen Continents.

ſcher Sprache (was, wie ich oben bewieſen, ganz falſch iſt (H.[1])) und weit außerhalb Spanien an den König Renatus von Napolis ſchrieb, wo Niemand war, der ihm widerſprechen konnte. Um ſo mehr ſetzt es mich in Erſtaunen, daß Hernando Colon, Sohn des Admirals, der doch ein Mann von ſo gutem Verſtande und vieler Bedachtſamkeit war, und der, wie ich beſtimmt weiß, die oft genannten (vier) Navegaciones des Amerigo ſelbſt beſaß, nichts von dem Diebſtahl und der Uſurpation, welche Amerigo Vespucci gegen ſeinen erlauchten Vater begangen, gemerkt hat." Ebenſo verwundert hätte der Biſchof über das Stillſchweigen des Petrus Martyr de Anghiera ſein können, eines innigen Verehrers und perſönlichen Freundes von Chriſtoph Columbus, deſſen Oceanica 24 Jahre früher (1533) erſchienen, als der Biſchof ſein amerikaniſches Geſchichtswerk vollendete. Petrus Martyr, der ſo ſtreng die Anmaßungen von Cadamoſto rügt, ſpricht nur mit Lob von Amerigo Vespucci und von deſſen Neffen."

Aus dem Vorſtehenden läßt ſich entnehmen, daß Vespucci mit Grund einer Betrügerei nicht beſchuldigt werden kann. Auch Peſchel[2], obwohl er annimmt, daß ein literariſcher Betrug ſtattgefunden habe, gibt zu, daß man ſich wohl hüten müſſe, gegen Vespucci ein entehrendes Urtheil zu fällen.

Die Reſultate der Unterſuchungen, welche ſich in der Abhandlung in Ghillany's Werke finden, hat Humboldt ſelbſt (S. 11) auf die Beantwortung nachſtehender Fragen reducirt:

1) Welches iſt die älteſte Karte von Amerika unter den gezeichneten?

2) Wann und durch wen iſt vorgeſchlagen worden, dem Neuen Welttheil den Namen Amerika zu geben?

3) Welches iſt die älteſte geſtochene Karte des Neuen Welttheils ohne den Namen Amerika?

4) In welchem Jahre iſt zuerſt eine Karte mit dem Namen Amerika erſchienen?

Er beantwortet die Fragen in folgender Weiſe:

ad 1. Die älteſte Karte des Neuen Welttheils, die bisher unter den gezeichneten Karten aufgefunden wurde, iſt die des Juan de la Coſa von 1500, die ich im Jahre 1832 erkannt und theilweiſe zuerſt edirt

1) Der Urtext iſt italiäniſch. (S. o. S. 379.)
2) A. a. O. 408.

habe.[1] Bis 1832 wurden für die älteſten Karten von Amerika gehalten zwei in der vortrefflichen Militärbibliothek zu Weimar aufbewahrte Welttafeln von 1527 und 1529. Die letztere, ein Werk des großen Kosmographen Diego Ribero, iſt im Jahre 1795 von Sprengel und Güſſefeld publicirt worden.

ad 2. Der Vorſchlag, dem Neuen Welttheil den Namen Amerika zu geben, iſt von Martin Waltzeemüller (Hylacomylus) aus Freiburg im Breisgau gebürtig, Lehrer der Geographie am Gymnaſium zu St. Dié in Lothringen, 1507 ausgegangen, ganz ohne Theilnahme und Wiſſen des Amerigo Vespucci. Der Vorſchlag iſt enthalten in der erſten anonymen, dem Kaiſer Maximilian Namens des Gymnasium Vosagense zu St. Dié gewidmeten Ausgabe des Werkes: Cosmographiae Introductio cum quibusdam Geometriae ac Astronomiae principiis ad eam rem necessariis. Insuper quatuor Americi Vespucii Navigationes. Am Ende lieſt man: Finitum VII. Kal. Maji anno supra sesquimillesimum VII.

ad. 3. Die erſte geſtochene Karte von einem Theile des Neuen Continents, aber ohne den Namen Amerika, iſt die von Ruyſch gezeichnete und der Römiſchen Ausgabe des Ptolemäus von 1508 (correcta a Marco Benevenutano et Joanne Cotta) angehängte Weltkarte.

ad 4. Die erſte geſtochene Karte des Neuen Welttheils mit dem Namen Amerika iſt die Weltkarte des Petrus Apianus 1520, welche der Camers'ſchen Ausgabe des Solinus von 1522 beigegeben iſt. Auch auf dem merkwürdigen Globus, den in demſelben Jahre 1520 (mit pecuniärer Unterſtützung ſeines Freundes Johann Seyler's) zu Bamberg Johann Schöner zeichnete, und der gegenwärtig in der Nürnberger Stadtbibliothek aufgeſtellt iſt, lieſt man die Benennung Amerika. Unter allen Ausgaben der Geographie des Ptolemäus iſt, wie ſchon der Baron Walckenaer bemerkt hat, die Straßburger Ausgabe von Laurentius Phriſius im Jahre 1522 edirt, die erſte, welche auf dem Orbis typus universalis juxta hydrographorum traditionem den Namen Amerika enthält. Es iſt überaus merkwürdig, daß dieſe Ausgabe von 1522 auch diejenige iſt, in welcher (Liber VIII. cap. 2) der Martinus Hylacomylus (Waldſeemüller) jam pie defunctus als Zeichner und Bearbeiter eines großen Theiles der zu dieſer Ausgabe gehörigen Karten

1) Eine Copie dieſer Karte findet ſich im Atlas géogr. et phys. No. 33; auch in Ghillany's Werke.

genannt wird. Laurentius Phriſius, zu Colmar geboren, war im Dienſt des Herzogs von Lothringen und lebte zu Metz, alſo St. Dié nahe. Er konnte ſich ſchon dieſer Nähe wegen nicht zuſchreiben, was dem Hylacomylus gehörte. Er ſagt deshalb mit großer Freimüthigkeit in der oben bezeichneten Stelle der Ausgabe von 1522: Et ne nobis decor alterius elationem inferre videatur, has tabulas a Martino Ilacomylo pie defuncto constructas et in minorem quam prius unquam fuere formam redactas esse notificamus. Huic igitur et non nobis, si bonae sunt, pacem et custodiam in caelesti Ierarchia ... Caetera vero quae sequuntur nos perfecisse scias. Man kann alſo mit großer Sicherheit annehmen, daß der deutſche, aber in Lothringen lebende Gelehrte, der die Benennung Amerika zuerſt vorſchlug, dieſelbe auch in eine Karte des Ptolemäus von 1522 (2 Jahre nach der des Apianus im Solinus von Camers) eingetragen habe.

Den vorſtehenden Forſchungen über die Geſchichte der Geographie, in denen es ſich zunächſt um Amerika handelt, hat Humboldt noch weitere über Aſien beigeſellt, die ſich in der Asie centrale befinden. Zwar begegnet man in den erſten beiden Bänden dieſes Werkes allenthalben hiſtoriſchen Notizen über die einzelnen in Rede ſtehenden Gebiete; doch ſind es beſonders zwei Stellen, in denen ſie ſich zu größeren Abhandlungen gruppiren. Die eine dieſer Stellen iſt Bd. 1. S. 101—164. Man findet dort eine Beſprechung derjenigen Gebiete, die auf den neueren Karten mit den Namen Turkeſtan, Perſien und Afghaniſtan belegt werden, ohne jedoch dabei Abſtecher nach Indien, Weſtchina oder rückwärts nach Kleinaſien zu vermeiden. In jener Gegend zwiſchen dem caspiſchen Meere und Indien haben ſeit alter Zeit die verſchiedenſten Völker ihre Straße gehabt, dort ging der Weg der Heere von Alexander dem Großen bis in die neuen Zeiten. In den Werken der Geographen des Alterthums bis zur Jetztzeit gibt es nun eine große Anzahl von Stellen, die ſich auf jene Länder beziehen; der Eine dachte ſich dieſes oder jenes Gebirge an dieſer oder jener Stelle, und gab ihm die eine Richtung, während ein Anderer beides änderte; ein und derſelbe Name wurde verſchiedenen Gegenſtänden angehängt, dagegen bekam daſſelbe Object gelegentlich verſchiedene Namen, die mitunter nur ſo lange von einander abweichen, als man ihre Abſtammung nicht kennt, während ſie bei genauerer Unterſuchung nur Uebertragungen derſelben Bezeichnung in eine andere Sprache ſind.

Alle dieſe Verhältniſſe hat Humboldt unterſucht, und gerade ſolche Gelegenheiten ſind es, in denen ſich der Reichthum ſeiner Sprachkenntniſſe,

ſowie ſeine Erfahrungen in der alten und neuen Literatur verbunden mit hohem kritiſchen Scharfſinne auf's glänzendſte bewährten. Solche Arbeiten eignen ſich jedoch nicht dazu, eine gedrängte Ueberſicht geben zu laſſen, mir wenigſtens iſt dieſes nicht gelungen.

Eine zweite hiſtoriſche Abhandlung befindet ſich im 2. Bande S. 137—298; ſie beſpricht die nördlich von der vorigen gelegene aralo-caſpiſche Gegend. Auch hier gibt es wieder eine große Anzahl von Quellen zu vergleichen; aber während im Süden kein Grund zur Annahme vorhanden iſt, als habe ſich in den hiſtoriſchen Zeiten im Relief des Bodens eine weſentliche Aenderung zugetragen, iſt etwas Derartiges im Norden wirklich erfolgt. So haben ſich im caſpiſchen Meere Inſeln erhoben, während andere ſich langſam ſenkten und alte Bauwerke an der Küſte der Halbinſel von Baku, die in neuerer Zeit mit Sorgfalt unterſucht worden ſind, deuten auf Oscillationen des ganzen Bodens, ſei er von Waſſer bedeckt oder nicht, hin. Die Gegend von Chiwa iſt häufig Erdbeben ausgeſetzt, und Humboldt[1] iſt geneigt, der Anſicht Meyendorf's beizuſtimmen, daß vor 500 Jahren ein Erdbeben den Lauf des Amu (Oxus) in Unordnung gebracht habe. Humboldt hat auch dieſe Reliefänderungen in den Kreis ſeiner Unterſuchungen gezogen und kommt dabei zu dem Schluſſe, daß, während in den vorhiſtoriſchen Zeiten die ganze aralo-caſpiſche Niederung mit dem Eismeere zuſammenhing, zur Zeit des Hecatäus und des Herodot, ſowie des macedoniſchen Zuges der heutige Aralſee eine abnorme Erweiterung des Oxus bildete, der in den nunmehr trocken liegenden ſcythiſchen Golf, einen öſtlichen Ausläufer des caſpiſchen Sees, mündete. In ſpäterer Zeit trennte ſich der Oxus durch Bifurcation in zwei Arme, von denen der eine in den Aralſee, der andere in den Caſpiſee ging, und das Bett dieſes letzteren Armes finden die Reiſenden der neueren Zeit (ſeit dem 16. Jahrhundert) trocken; der Oxus geht jetzt ganz in den Aral, und es iſt daher eine Trennung jener Gegend in zwei Waſſerſyſteme erfolgt.

Die geographiſch-hiſtoriſchen Arbeiten zeigen die ungewöhnliche Beleſenheit Humboldt's, ſie zeigen ſeine Bekanntſchaft mit der Literatur der Geographie von der älteſten bis zu unſerer Zeit. Seine Schriften über die Entwicklung der geographiſchen Kenntniſſe von Amerika und von Aſien ſind Anwendungen dieſer ſeiner Kenntniſſe auf ſpecielle Länder; eine weitere Anwendung aber hier nicht auf dieſe oder jene Gegend, ſondern zur Entwicklung des Ganges, wie die Menſchheit nach und nach dazu gelangt iſt, die

1) Asie centrale II. 285.

Form der Erde, Vertheilung des Feſten und Flüſſigen zu überblicken, finden wir im zweiten Bande des Kosmos, deſſen größere Hälfte auch eine Geſchichte der geographiſchen Kenntniſſe genannt werden könnte.

Geologie.

Im vorigen Abſchnitte habe ich gezeigt, in welcher Weiſe die Uebereinanderlagerung der Sedimentgeſteine benutzt werden kann, um das relative Alter der einzelnen Schichten feſtzuſtellen, und habe darauf hingewieſen, in welcher Weiſe Humboldt dazu beigetragen habe, die Frage, wie die einzelnen Formationen auf einander folgten, zu beantworten. Auf dieſe Grundlage ſtützt ſich eine der glücklichſten Ideen, welche die Geologie bereichert haben, und die in den Beginn unſeres dritten Abſchnittes fällt. Dieſe Idee iſt das Mittel, auf welches Elie de Beaumont[1] verfiel, um das relative Alter nicht der Schichten, ſondern der Gebirgszüge zu beſtimmen.

Die Theorie Elie de Beaumont's ſetzt die Reihenfolge der einzelnen Schichten, d. h. ihre Uebereinanderlagerung, als bekannt voraus, und benutzt außerdem ein neues Beſtimmungsmittel, die Neigung der Schichten, von der bereits oben (S. 240) geſprochen wurde. Als Grundlage gilt der Satz, daß jede Schichte ſich horizontal niedergeſchlagen habe, und daher, wenn die Beobachtung eine geneigte Schichte zeigt, die Urſache dieſer Neigung erſt ſpäter gewirkt haben könne. Die Veranlaſſung, daß eine Schichte geneigt ſein kann, iſt eine örtliche Erhebung derſelben. Liegt z. B. irgend eine Schichte horizontal und es wirkt von unten her ein hinlänglich ſtarker Druck, ſo wird im Allgemeinen die Folge ſein, daß die Schichte zerreißt und eine Spalte zum Vorſchein kommt. Dort ſteigt nun das, was, ſei es mittelbar oder unmittelbar, gedrückt hat, hervor und die auseinander geriſſenen Theile der Schichte werden ſich zu deſſen beiden Seiten anlagern, ſie werden aber da am höchſten ſein, wo ſie geſchoben worden ſind, und dort, wo kein Druck mehr ſtattfand, ihr altes Niveau haben; ſie müſſen daher geneigt ſein. Auf dieſe Weiſe entſtehen die Gebirge, die Richtung der Spalte iſt die der Kette, das, was die Spalte füllt, iſt, wie die Beobachtung zeigt, kryſtalliniſches Geſtein, zu deſſen beiden Seiten ſich die Schichten, welche ihre Köpfe gegen die Spalte neigen, in der Weiſe aneinander reihen, daß die vorher

1) Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1830. Als Auszug eines Schreibens des Verfaſſers an A. v. Humboldt, Pogg. Ann. XVIII. 1830.

oberſten nunmehr die äußerſten, d. i. von dem kryſtalliniſchen Geſteine entfernteſten werden. Es entſteht diejenige Form, welche bereits oben (S. 241) beſchrieben wurde, und bei Gebirgen die Norm iſt. Wenn nun eine Schichte bei der Hebung eines Gebirges eine Neigung erhalten ſoll, ſo muß ſie offenbar vorher da ſein; ſie iſt alſo, wenn man ſie irgendwo an einem Gebirge geneigt beobachtet, *älter* als das Gebirge, und letzteres iſt *jünger*, als die jüngſte der von ihm gehobenen Schichten. Auf der von der Spalte, dem nunmehrigen Gebirgskamme, abgewendeten Seite kann nach der letzten geneigten Schichte A eine nicht geneigte, alſo horizontale, B beobachtet werden. In dieſem Falle läßt ſich der Zeitpunkt der Hebung noch genauer beſtimmen, denn er iſt nun nach der Bildung von A und vor der von B zu ſetzen, und ein Gebirge, das auch B gehoben hat, muß jünger ſein, als das vorhergehende. Kurz, je mehr Schichten gehoben ſind, um ſo ſpäter iſt die Hebung erfolgt.

Zu der Abhandlung von *Elie de Beaumont* hat *Arago*[1] einen Commentar veröffentlicht und dabei der Altersfolge nach folgende vier Formationen unterſchieden: Der Oolithen- oder Jurakalk, die Formation von Grünſand und Kreide, die Tertiärgebilde, das ältere aufgeſchwemmte Land. „Von den vier Flötzgebirgen, die wir unterſchieden haben," ſagt er, „erſtrecken ſich drei, und zwar die oberſten, der Erdoberfläche zunächſt liegenden, bis zum Fuße der Gebirge von Sachſen, der Cote d'Or und von Forez; nur ein einziges, der Jurakalk, zeigt ſich aufgerichtet. Mithin ſind das Erzgebirge, die Cote d'Or und der Mont Pilas in Forez *nach* der Bildung des Jurakalks und *vor* der Bildung der drei übrigen Flötzgebirge aus der Erde hervorgetreten. An dem Abhange der Pyrenäen und der Apenninen finden ſich zwei Gebirgsarten aufgerichtet, nämlich der Jurakalk und die Formation des Grünſands und der Kreide; die Tertiärformation und das aufgeſchwemmte Land, welche darauf liegen, haben ihre urſprüngliche Horizontalität behalten. Die Pyrenäen und Apenninen ſind alſo *jünger* als die beiden durch ſie gehobenen Gebirgsarten, der Jurakalk und Grünſand, dagegen *älter* als die Tertiärformation und das aufgeſchwemmte Land." Auf gleiche Weiſe zeigt *Arago*, daß die Alpen ſich *nach* der Tertiärformation und *vor* dem aufgeſchwemmten Lande gehoben haben, der Ventoux dagegen noch *nach* dieſem letzteren.

Auf Grund des Satzes, daß die Anweſenheit einer Schichte, welche Petrefacten von im Meere lebenden Geſchöpfen enthält, darauf hinweiſt,

1) Annuaire 1830. Pogg. Ann. XVIII. 1830.

daß an der Stelle, an der sie sich befindet, zur Zeit ihrer Bildung ein Meer gewesen sein müsse, daß aber ihr Fehlen Land andeute u. s. w., kam Elie de Beaumont nach und nach darauf, für die jeweilige Vertheilung von Land und Wasser in den verschiedenen Perioden unseres Planeten Karten zu entwerfen. Man findet diese Karten in Vogt's Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde, das nach der Geologie von Elie de Beaumont bearbeitet ist.

Schon Werner hatte erkannt, daß in einem und demselben Districte alle Erzgänge, welche gleiche Zusammensetzung haben, auch in paralleler Richtung streichen, und daraus geschlossen, daß diese parallelen Gänge Spalten seien, die sich zu derselben Zeit geöffnet und gefüllt hätten, und daß man demnach in einem Erzdistricte ebensoviel verschiedene Epochen der Gangbildung unterscheiden könne, als verschiedene Streichungslinien der Gänge vorhanden seien.

Da die Bergketten im Großen ebenfalls Risse der Erdrinde sind, durch welche sich die hebenden Gesteinsmassen nach der Oberfläche hin Bahn brachen, so läßt sich schließen, daß der Parallelismus[1] dieser größeren Spalten ebenfalls auf eine Gleichzeitigkeit der Entstehung hindeute, während eine abweichende Richtung auch die Ungleichzeitigkeit der Hebung nachweisen dürfte.

Auf Grund dieser Schlüsse kam Elie de Beaumont auf ein weiteres, zur Altersbestimmung der Erhebungen führendes Kriterium, auf den Parallelismus der Richtungen. Zu diesem Zwecke spannte er auf einem Globus einen Faden in einer einem Gebirge parallel laufenden Richtung und suchte dazu die andern Parallelspalten. Er fand z. B. daß, wenn man einen Faden vom Nordcap bis zum Cap-Blanc in Marocco spannt und diesen über das atlantische Meer bis zur Höhe von Montevideo verlängert, dieser Faden parallel ist den Cordilleren von Brasilien und Norwegen, ebenso wie der Hauptlinie der spanischen Küste vom Cap de Gates bis zum Cap de Creus und der Streichungslinie der westlichen Alpen von Marseille bis Zürich, und hieraus schloß er auf die Gleichzeitigkeit der Hebung aller dieser Gebilde.

In Europa sind bisher etwa 20 solcher Hebungsrichtungen beobachtet

---

1) Streng mathematisch genommen, ist ein Parallelismus der Gebirgsketten wegen der Kugelgestalt der Erde nicht möglich; die Erde müßte eine Tafel sein. Wenn jedoch die Verlängerungen zweier Bergketten sich an zwei einander diametral gegenüberstehenden Punkten schneiden würden, und wenn beide von den Schnittpunkten, durch die blos ihre Verlängerungen führen, weit entfernt sind, kann man sie als einander parallel betrachten, und dieses ist der Parallelismus im Sinne Beaumont's. So kann man z. B. zwei Meridiankreisstücke, die in der Gegend des Aequators sind, als parallel annehmen.

worden, und der vorstehenden Theorie zufolge sind eben so viele Hebungen, also eben so vielerlei Alter der europäischen Gebirge und Länder zu unterscheiden.

Fragen wir nach der Tragweite, welche den beiden angeführten Kriterien Beaumont's zur Bestimmung des Alters eines Gebirges zuzuschreiben sei, so ergibt sich auf den ersten Blick, daß diese Altersbestimmung vermittelst der Gebirgsrichtung darum leichter zu bewerkstelligen ist, weil man diese schneller finden kann, als die Schichtenneigungen beobachtet sind. Es können auch an der einen Kette ein Paar anlagernde Schichten fehlen, die an der correspondirenden Kette vorhanden sind, und die Hebungszeit genauer feststellen. Nichtsdestoweniger hat die Bestimmung nach der Schichtenstellung den Vortheil, daß man das, was man durch sie erfährt, sicher weiß, was von der Bestimmung durch den Parallelismus nicht gesagt werden kann. Wie bei dem Menschen eine Narbe, die Stelle einer ehemaligen Hautwunde, leicht wieder aufbricht, so bekommen auch die durch Hebungsgebirge ausgefüllten Spalten, diese Narben der Erdkruste, leicht neue Risse, und es können daher verschieden alte Gebirge gleiche Richtung haben. So zeigt Vogt[1], daß die wenigen Grade Unterschied, welche zwischen den Systemen der Niederlande und der Tatra, des Lougmynd und der Westalpen, des Tenare und der Vendee sind, mehr auf der Art der Bestimmung, als auf wirklicher Kreuzung beruhen, obwohl die drei Systeme ganz verschiedenaltrig sind. Da die neueren Hebungen immer mehr alte Risse treffen mußten, so konnte bei ihnen ein Riß in seiner Fortsetzung in einen andern treffen und nach dessen Richtung fortlaufen, und darum läßt sich auch bei den jüngeren Gebirgen der Parallelismus weniger gut verfolgen, als bei den ältern, was natürlich auch wieder die Altersbestimmung unsicher macht.

Von der vorstehenden Methode Elie de Beaumont's, das relative Alter zu bestimmen, sehen wir schon in den 1831, also ein Jahr später, erschienenen Fragmens asiatiques Anwendungen, welche Humboldt zur Bestimmung der von ihm beobachteten Gebirge machte. So sagt er:[2] „Zeugen von Erhebungen und Marksteine für das relative Alter der Gebirge, die ich bei Cundinamarca in den Andes der neuen Welt gesehen habe, sind jene mächtigen Sandsteinbildungen, die sich von den Ebenen des Magdalena und des Meta fast ohne Unterbrechung auf Hochebenen von 14—1600 Toisen erheben, sind die mit gold-, diamant- und platinreichen Lagen in Beziehung stehenden Knochen von vorsündfluthlichen Thieren (so berühmt in den Nie-

1) Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde. 2. Aufl. II. 345.
2) Fragmens as. I. 10.

derungen der Kama und des Irtyſch) auf dem Rücken der Kette des Ural, und den Höhen von Berezowsk und Jekaterinburg."

Auf dieſen Gegenſtand kommt Humboldt ſpäter[1] nochmals zurück, indem er ſagt: „Die Höhe der Uralkette iſt ſo wenig beträchtlich, wenn man ſie mit den hohen Bergen vergleicht, welche die Elephanten heutzutage, wie z. B. nach den Beobachtungen von Rüppel in Abyſſinien, überſchreiten, daß keine Rückſicht wegen des Klima's der Annahme entgegengeſetzt werden könnte, daß die auf dem Ural gefundenen Knochen von Dickhäutern[2] herrührten, welche von der aſiatiſchen Seite auf die europäiſche hinübergingen. Doch ſcheinen ſie mehr an die allgemeine Erſcheinung der Ablagerungen geknüpft zu ſein, die man in den Ebenen findet, und die auf heftige Zerſtörungen hindeuten, welchen die Uralfelſen ausgeſetzt waren. Im Oſten des Thales des Irtyſch und ſeiner Nebenflüſſe und weſtlich vom Thale der Kama zeigen die Ablagerungen ungeheure Niederlagen von Dickhäuterknochen, die durch fließendes Waſſer zuſammengeſchwemmt wurden. Auf dem Rücken der weiten Meridiankette, welche die Gebiete des Irtyſch und der Kama ſcheidet, findet man Stellen derſelben Knochenablagerungen, und dieſe ſind gemengt mit Sand, in welchem ſich Goldkörner, Platin und noch mit ihren Kanten verſehene Bruchſtücke der nahen Felſen befinden. Es wird daraus ſehr wahrſcheinlich, daß durch das Aufdringen der ganzen Uralkette ein Theil der Diluvialgebilde, die einſt Aſien und Europa verbanden, zu einer Höhe von 900—1200 Fuß über den Ocean erhoben wurde. Ich glaube ſogar, daß die Erhebung des Ural ſpäter iſt, als die Abwärtsbewegung der caſpiſchen Gegenden, daß ſie ſpäter erfolgte, als die Entſtehung der quaternären Formation von Kalk, die mit Cardium edule bewachſen, den Aralſee, die Küſte von Baku, Tarki, Derbend und Tukkaragan umgibt. Der Uſt-Urt, der den Ausläufer des Ural bildet, paßt ſo gut zum übrigen Theile der Meridionalkette, daß es bei ſeiner geringen Höhe wenig wahrſcheinlich wäre daß eine Erhebung ſich auf der Landenge erhalten hätte, wenn der Ural älter wäre, als das große Ereigniß des Unterſinkens des Bodens in dem weſtlichen Theile von Innerаſien." [3]

---

1) Asie centrale II. 506.

2) Dickhäuter ſind diejenige Ordnung der Säugethiere, welcher das Schwein, der Elephant, das Nashorn, Flußpferd u. ſ. w. angehören. In der Vorwelt waren ſie weitaus ſtärker vertreten, als jetzt, wo ſie eher durch die Wiederkäuer erſetzt ſind.

3) Auch E. de Beaumont iſt (Asie centr. III. 546) nicht abgeneigt, im Ural eine ſehr ſpäte Erhebung anzunehmen.

Humboldt hat, wie Vorstehendes zeigt, aus der Erhebung in einer sehr späten, also uns sehr nahen, wenngleich vorhistorischen Zeit, das relative Alter des Ural bestimmt; er hat aber auch den Satz vom Parallelismus auf diejenigen Gegenden angewendet, die selbst zu besuchen ihm nicht vergönnt war. So finden wir folgende Sätze:[1] „Betrachtet man den alten Continent mit Rücksicht auf seine allgemeinen Höhenverhältnisse, so findet man einen gebirgigen Theil, dessen gegenwärtiges Relief jünger ist, als die allgemeine Erhebung, die Bildung der Hochebenen, wenn man die große Masse, die sich fast ununterbrochen zwischen 8° und 54° n. B. ausdehnt, zusammenfaßt. Diese Richtung von Südwest nach Nordost zeigt sich nicht nur in den Umrissen und der Gestalt von ganz Europa; sie wiederholt sich auch sehr häufig in den Bergsystemen und dem Streichen der europäischen Felsen. Das Innere von Asien ist unzweifelhaft unter demselben Einflusse gestanden, dieses ist sogar hier in noch größerem Maße der Fall gewesen. Verfolgt man die Nordgränze des allgemeinen Reliefs der asiatischen Gebirge, so sieht man, daß dasselbe in dem Maße gegen Norden sich mehr ausdehnt, als man östlich vorwärts geht. Bereits anderwärts habe ich darauf aufmerksam gemacht, daß die mächtige Anschwellung des Continents unter der Form von Hochebenen, die sich von Persien bis in die mongolische Gobi ausdehnen, einer nach N. 60° O. gerichteten Axe folgt. Diese Richtung deutet auf eine der ältesten Revolutionen, welche die Decke der Continente erlitten hat, hin; sie zeigt sich auch in Systemen (Westmoreland und Hundsrück) von Erhebungen der Schichten, denen Elie de Beaumont den ersten Rang anweist, weil sie vor allen anderen die Trilobiten, Productus und Spiriferen enthaltenden Uebergangsgebirge gehoben hat."

Wie man sieht, erklärt Humboldt die Erhebung der Hauptmasse des europäisch-asiatischen Continents für eine sehr alte und bringt sie vermöge des Parallelismus der Richtungen in Verbindung mit den ältesten Erhebungen Europa's. Wiederholt macht er in der Asie centrale darauf aufmerksam, daß sich zuerst die Flächen erhoben haben, und dann erst die Gebirge darauf. Ist die Erhebung von Asien wirklich so alt, so hat dieser Welttheil seit jener Zeit aus dem Meere herausgeragt und es ist daher nicht möglich, daß daselbst jüngere Meeresbildungen vorkommen. Es wäre jedoch hier auch möglich, daß bei der Erhebung des jetzigen Continentes ein alter Riß, der allerdings dagewesen sein kann, wieder aufgesprungen ist. Jedenfalls ist es etwas schwierig, anzunehmen, daß eine Bergkette, wie wir sie im Himalaya sehen, ohne alle

1) Asie centrale I. 55.

jüngeren Bildungen wäre, welche gerade sehr vieles, wo nicht das meiste zur Größe oder wenigstens zur Mächtigkeit unsrer größeren europäischen Gebirge, wie der Alpen, beigetragen haben, während die scandinavischen Gebirge sowie der Ural sie allerdings entbehren.

Neben den Erhebungen der Gebirge hat Humboldt seine Aufmerksamkeit vorzugsweise auf den Vulcanismus und die damit verbundenen Erscheinungen gerichtet; er ist in Beziehung auf diese als eine der ersten Autoritäten zu betrachten. Seine Ansichten über den Vulcanismus finden sich in den Fragmens asiatiques (I. 1 u. ff.) und in der Asie centrale (I. 43 u. ff), und theils da es mir darum zu thun sein muß, vorzugsweise die Ansichten darzulegen, von welchen er ausging, theils auch, weil diese seine Ansichten auch gegenwärtig allgemein gültig sind, möge es mir erlaubt sein, sie hier zu wiederholen.

„Die vulcanischen Erscheinungen gehören bei dem gegenwärtigen Stande unsers Wissens nicht der Geognosie allein an; betrachtet man sie in der Gesammtheit ihrer Beziehungen, so sind sie eines der bedeutendsten Phänomene in der Physik der Erde. Die thätigen Vulcane erscheinen als das Ergebniß einer fortdauernden Verbindung des flüssigen Erdinnern mit der Atmosphäre, der Hülle der verhärteten und oxydirten Kruste unsres Planeten. Lavaströme entspringen wie intermittirende Quellen von geschmolzenen Steinen und ihre über einander gehäuften Laven scheinen unter unsern Augen im Kleinen die Bildung der krystallinischen Gesteine verschiedener Zeiten zu wiederholen. Auf dem Kamme der Cordilleren der Neuen Welt wie im Süden von Europa und im Innern von Asien zeigt sich eine innige Verbindung zwischen der chemischen Wirkung der eigentlichen Vulcane und der der Salsen. Selbst diejenigen Vulcane, welche Steine (Laven die nach dem Austritte erstarren) hervorbringen, weil ihre Gestalt und ihre Lage d. i. die geringere Höhe ihres Gipfels oder Kraters, und die geringere Mächtigkeit ihrer nicht in Plateaus eingeschlossenen Seiten den Austritt geschmolzener erdiger Massen gestatten, sind in Verbindung mit den Salsen oder Schlammvulcanen im Südamerika, Italien, in der Krim und am caspischen Meere. Letztere werfen zuerst Steinblöcke, speien Flammen und saure Dämpfe, dann in einem ruhigeren und zu beschränkt aufgefaßten Stadium bringen sie schlammigen Thon, Naphtha und irrespirable Gase (mit Kohlensäure vermengten Wasserstoff und sehr reinen Stickstoff) hervor. Die Thätigkeit der Vulcane im engern Sinne des Wortes zeigt denselben Zusammenhang zwischen bald langsamen, bald raschen Bildungen. Diese sind Lager von Gyps und wasserfreiem Steinsalz, welche Naphtha, Schwefeleisen und mitunter, wie bei Rio Hnallaga östlich der Andes von Peru, beträchtliche Mengen von Bleiglanz

enthalten. Die Vulcane ſtehen in Verbindung mit Warmquellen, mit der Ablagerung von Metallen, die zu verſchiedenen Zeiten von unten nach oben gehend ſich in Gängen, Haufen, Stockwerken, oder in dem durch ſie veränderten Geſteine, das ſie durchdringen, anſammeln. Mit der vulcaniſchen Thätigkeit ſind auch die Erdbeben verbunden, deren Wirkungen nicht immer rein dynamiſch ſind, da gleichzeitig mit ihnen auch chemiſche Vorgänge, Entwicklungen von unathembaren Gaſen, Rauch und Lichterſcheinungen verbunden ſind. Hieher gehören auch die Erhebungen von Inſeln, Bergen oder Küſten, Erhebungen, die bald plötzlich erfolgen, bald ſo langſam, daß ſie erſt nach geraumer Zeit beobachtet werden können."

„Dieſer innige Zuſammenhang zwiſchen ſo vielen verſchiedenen Erſcheinungen, die Betrachtung der vulcaniſchen Thätigkeit als Wirkung des Erdinnern auf die äußere Rinde, die feſten Schichten, welche es umgeben, hat in letzter Zeit eine große Menge von geognoſtiſchen und phyſikaliſchen Problemen aufgehellt, die man für unlösbar gehalten hatte. Analogie mit genau beobachteten Thatſachen, genaue Unterſuchung von Erſcheinungen, die gegenwärtig in den verſchiedenen Theilen der Erde vorgehen, bringen uns allmählig dahin, zu ahnen (nicht indem wir jede einzelne Bedingung feſtſtellen, ſondern indem wir die Geſammtheit des Auftretens der Erſcheinung in's Auge faſſen), was in Zeiten vorgegangen iſt, die weit über die hiſtoriſchen hinausreichen. Der Vulcanismus wechſelt nach den Stadien der fortſchreitenden Abkühlung des Erdinnern, wegen der Verſchiedenheit des Aggregatzuſtandes (tropfbarflüſſigen oder feſten), in dem es ſich befindet. Dieſe Wirkung von innen nach außen iſt gegenwärtig ſehr geſchwächt; ſie iſt jetzt auf eine kleine Anzahl von Stellen beſchränkt, unterbricht ihre Thätigkeit, wechſelt weniger ihren Platz und iſt in den chemiſchen Vorgängen ſehr vereinfacht, da ſie nur rings um kleine kreisförmige Oeffnungen oder über wenig beträchtlichen Längsſpalten Felſen hervorbringt, und auf weite Strecken nur dynamiſch wirkt, indem ſie die Erdkruſte in gerader Richtung oder in Bezirken (Kreiſen gleichzeitiger Schwingungen) erſchüttert, die durch eine lange Reihe von Jahrhunderten dieſelben bleiben. In den Zeiten, welche dem Menſchengeſchlechte voraus gegangen ſind, wirkte das Erdinnere auf eine Kruſte von geringerer Mächtigkeit; damals mußte es einen Einfluß auf die Luftwärme ausüben und die ganze Erde für Geſchöpfe bewohnbar machen, die man jetzt für ausſchließlich tropiſch betrachtet. Seitdem in Folge der Wärmeſtrahlung und des Erkaltens der Oberfläche die Stellung unſers Planeten zu einem Centralkörper (der Sonne) maßgebend geworden iſt, beſtimmen ſich danach faſt ausſchließlich die Klimate der verſchiedenen Breiten."

„In der Urzeit war es auch, wo die elaſtiſchen Flüſſigkeiten, oder die vulcaniſchen Kräfte, mächtiger als jetzt, ſich durch die oxydirte und wenig feſte Kruſte des Planeten Luft machten, damals war es, wo ſie dieſe Kruſte durchbrachen und nicht nur Gänge, ſondern auch Maſſen von unregelmäßiger Geſtalt und großer Dichtigkeit (eiſenhaltige Baſalte, Melaphyre, Metallanhäufungen) dazwiſchen ſetzten. Dieſe Stoffe kamen in die Kruſte, nachdem ſie bereits feſt geworden und ihre Abplattung geregelt war. Die Beſchleunigung, welche die Pendelſchwingungen an mehreren Punkten der Erde erfahren, zeigt aus dieſem Grunde häufig eine größere Abplattung, als dieſe aus der Combination der trigonometriſchen Meſſungen und aus der Theorie der Mondsbewegung ſich ableiten läßt."

Dieſe Sätze dürften genügen, um zu zeigen, daß Humboldt einer der ausgeſprochenſten Anhänger der vulcaniſtiſchen Theorie war, und bei dem großen Anſehen, in dem ſeine Anſichten unter allen Naturforſchern ſtanden, war ſein Einfluß auf die Fortbildung dieſer Doctrin ein äußerſt bedeutender. Dazu kam noch die Thätigkeit eines andern, Humboldt ſeit ſeiner Jugendzeit innigſt befreundeten Mannes, Leopold's von Buch, der einer der größten Geologen aller Zeiten, wie Humboldt in der Werner'ſchen Schule gebildet, urſprünglich Anhänger des Neptunismus geweſen war, nach Unterſuchung der Vulcane in der Auvergne aber zum Vulcanismus übertrat. Durch die Vereinigung beider Männer wurde der Vulcanismus oder Plutonismus in einer Weiſe zur Herrſchaft erhoben, daß von Neptunismus lange Zeit hindurch faſt keine Rede mehr war.

Die Vulcane hauchen ſowohl während ihrer Eruptionen als auch zur Zeit ihrer ſogenannten Ruhe faſt fortwährend Waſſerdämpfe aus. Dieſe Thatſache nun, ſowie auch der Umſtand, daß man lange Zeit keine andern Vulcane kannte, als ſolche, die in der Nähe des Meeres liegen, führte nun folgerecht zu der Annahme, durch einen der vielen Riſſe, die bei den verſchiedenen Hebungen ſich nicht wieder ganz ſchloſſen, könne Waſſer von außen in das Innere dringen und komme dort mit den daſelbſt befindlichen glühend flüſſigen Maſſen in Berührung. Sollte dieſes der Fall ſein, ſo muß das Waſſer alsbald eine ſehr hohe Temperatur annehmen, welche die Siedhitze weit überſteigt, und damit das Beſtreben, ſich in Dampf zu verwandeln, in hohem Grade hervortreten. Wenn die Dämpfe den Weg, auf welchem ſie als Waſſer eingetreten ſind, nicht zurückfinden, ſo werden ſie einen andern Ausweg ſuchen, und bis ſie ihn gefunden haben, im Innern der Erde längere oder kürzere Zeit herumkollern, und weil ſie ihr Beſtreben ſich auszudehnen nicht aufgeben, muß dieſes auf der Oberfläche als Erderſchütterung oder

Erdbeben gefühlt werden; es können dabei auch die unterirdiſchen Geräuſche vorkommen, die man bei heftigen Erdbeben ſo häufig wahrnimmt. Damit vereinigt ſich der Umſtand, daß es bei ſtarken Erdbeben nicht ſelten iſt, daß man die Felſen ſich ſpalten und Waſſerdämpfen den Austritt geſtatten ſieht. Je länger die Dämpfe ſich nicht entfernen können, um ſo verheerender werden die Erdbeben ſein. Als gewöhnlicher Austrittsort dient irgend ein Vulcan, der einen unvollkommen geſchloſſenen Communicationsweg zwiſchen der Oberfläche und dem Innern darſtellt, und wenn die innern Spannungen auf dieſe Weiſe nachgelaſſen, ſo hat die Erdoberfläche wieder Ruhe. Aus dieſem Grunde ſieht man den Ausbruch eines Vulcans als den beſten Vorboten des Aufhörens der Erdbeben an. Die Dämpfe, welche endlich im Vulcane den Weg gefunden haben, auf dem ſie austreten können, werden auf dem Wege dahin noch geſchmolzene Maſſen des Erdinnern antreffen und dieſe theils mitreißen, theils vor ſich herſchieben. Dieſe glühende Flüſſigkeit, die Lava, tritt daher durch die Mündung des Vulcans, den Krater, heraus, wenn es ihr nicht gelingt, eine Seitenöffnung im Vulcan zu machen, erkaltet dann und erſtarrt zu Stein. Wenn der Vulcan ſehr hoch iſt und ſeine Seiten ſo feſt ſind, daß ſie nicht durchbrochen werden können, ſo kann der Fall eintreten, daß die Dämpfe nicht vermögen, die Lava, die ihnen im Wege ſteht, bis zum Krater empor zu heben, ſie müſſen ſich alſo durch dieſelbe hindurch arbeiten und weil dieſes ſchwerer geht, ſo müſſen auch die Erdbeben eine bedeutend erhöhte Intenſität erlangen.

Dieſe Lehre erſcheint ſo einfach, daß man glauben ſollte, es laſſe ſich gar nichts dagegen einwenden, allein ſie leidet an dem Fehler, daß ſich doch nicht recht gut einſehen läßt, warum, wenn das Waſſer an einer Stelle in das Innere gelangt und dort in Dampf verwandelt wird, der dadurch entſtandene Druck ſich nicht alsbald dadurch geltend macht, daß die eingeſperrten Stoffe ſich durch dieſelbe Oeffnung wieder entfernen. Dieſe Oeffnungen müßten eine Einrichtung haben, wie ſie als Ventile an unſern Pumpen angebracht ſind, und durch welche flüſſige Stoffe wohl hin, aber nicht zurück können. Eine ſolche Einrichtung iſt doch nicht wohl annehmbar. Andererſeits iſt es wohl denkbar, daß die drückenden Subſtanzen ihren Weg nach den Vulcanen leicht finden, wenn letztere den Oeffnungen im Meere nicht ſehr fern ſind; allein je größer dieſe Diſtanz wird, um ſo ſchwieriger wird dieſes ſein. Zugegeben noch, die Dämpfe finden ihren Weg, ſo ſollte man glauben, daß die Erſchütterung in der ganze Länge dieſer Straße bemerkbar wäre, ſo daß man aus den Erdbeben auf der Oberfläche auf die Höhlen im Innern ſchließen könnte. Doch dem iſt nicht alſo. Humboldt war es,

der zunächſt auf die Vulcane im Binnenlande aufmerkſam machte, und alſo, obgleich er einer der erſten Anhänger des Vulcanismus war, die oben erwähnte Theorie des Vulcanismus ſchwieriger machte. Die Vulcane, von denen er ſpricht, erwähnt er in ſeiner Asie centrale; ſie ſind in Aſien und, wenn auch nicht ſo weit vom Meere entfernt als die aſiatiſchen, in Amerika. Er hat die Vulcane nicht entdeckt, aber die allgemeine Aufmerkſamkeit darauf gelenkt und die vorhandenen Nachrichten darüber geſammelt.

Die vulcaniſchen Oeffnungen Innerafiens ſind der Pe-ſchan, die Solfatare von Urumtſi und der Vulcan zwiſchen Turfan und Pidjan; ſie gehören ſämmtlich dem Thiän-ſchan an. Der erſtere, wahrſcheinlich in 42° 25′ oder 42° 35′ der Breite gelegen, hatte wirkliche Lavaausbrüche vom Jahre 89 bis zum 7. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung. Er zeichnet ſich dadurch aus, daß er große Mengen von Salmiak[1] aushaucht, die beträchtlicher zu ſein ſcheinen als dieſes bei den europäiſchen Vulcanen der Fall iſt, wozu aber auch der Regenmangel und die Trockenheit in Aſien beitragen mag. Die Einwohner des Landes bezahlen ihren Tribut an den Kaiſer von China oft in Salmiak. Der Berg ſoll voll von Höhlen und Spalten ſein. Im Frühling, Sommer und Herbſte ſind dieſe Oeffnungen ſo mit Feuer erfüllt, daß der Berg während der Nacht wie mit Tauſenden von Lampen beleuchtet erſcheint. Alsdann kann kein Menſch ſich nähern; im Winter dagegen, wenn der Schnee das Feuer gelöſcht hat, ſammeln die Eingebornen den Salmiak, zu welchem Zwecke ſie ſich ganz nackt ausziehen. Das Salz ſoll ſich in den Höhlen in Geſtalt von Stalaktiten vorfinden, was die Einſammlung ſchwierig mache.

Die Solfatare von Urumtſi iſt eine kreisförmige Fläche zwiſchen den Städten Urumtſi und Ili, welche 9—10 Meilen im Umfange hat. Von ferne erſcheint ſie weiß wie Schnee und aus ihrer Mitte erheben ſich fortwährend Aſchenwolken. Wirft man einen brennbaren Gegenſtand hinein, ſo erhebt ſich alsbald eine Flamme und in kurzer Zeit iſt er zu Aſche verbrannt; bei dem Hineinwerfen eines Steines ſieht man ſogleich einen dichten, lange dauernden ſchwarzen Rauch aufſteigen. Kommt ein Menſch oder ein vierfüßiges Thier aus Unvorſichtigkeit auf dieſen Boden, ſo ſinkt er nach einigen Schritten unter, wie wenn er in eine Grube fiele, und verſchwindet für immer. In dieſem Lande liegt im Winter der Schnee bis

1) Dieſes Salz wurde früher über Armenien nach Europa gebracht. Durch Verſtümmelung der Bezeichnung Sal armenicus ſoll das Wort Salmiak entſtanden ſein.

zu 10 Fuß hoch, aber auf der Solfatare bleibt niemals auch nur die geringste Spur.[1]

Der Vulcan bei Turfan ist ein isolirter Bergkegel nahe der Thian-schankette, 180 Meilen östlich vom Pe-schan. Auch hier wird Salmiak gesammelt.[2]

Auch im Kuen-lün soll, 240 Meilen vom Ocean, eine vulcanische Erscheinung vorkommen, eine Feuerhöhle in dem Hügel Chinkhiu. Humboldt erwähnt, daß Julien eine Notiz darüber in einem chinesischen Buche Yuen-tschong-ki gefunden habe.

Zu diesen Vulcanen Innerasiens kommt noch einer in der Mantschurei[3] (wahrscheinlich in 48½° Br. und 120° östl. L. v. P.), der im Jahre 1721 Schlacken und Lava auswarf, und dessen Entfernung vom Meere Humboldt zu ungefähr 105 geogr. Meilen schätzt.

Wiederholt, sowohl in den Fragmens als auch in der Asie centrale, kommt Humboldt auf die ihrer großen Oberfläche nach einzige Depression des caspischen Meeres und seiner Umgebung unter das Niveau des Meeres zurück. Es gibt zwar noch anderwärts auf der Erde Stellen, die, obwohl trockenes Land, doch niedriger liegen als das Meer; ja der Spiegel des todten Meeres ist sogar 223 Toisen[4] unter dem Niveau des Mittelmeeres, während der Spiegel des caspischen Meeres nur 12,7 Toisen[5] niedriger liegt als der des schwarzen; aber in solcher Ausdehnung wiederholt sich dieses Phänomen nicht wieder auf der Erde. Dieses Becken ist bei Tobolsk nur durch eine geringe Erhebung von dem Gebiete des Eismeeres getrennt, bei deren Entfernung das caspische Meer einen Busen des letzteren bilden würde, wie es das weiße Meer gegenwärtig thut. Die Salzseen, die sich um das caspische Meer herumlagern, machen es Humboldt wahrscheinlich, daß in früherer Zeit hier ein großes Binnenmeer gewesen sei, das aus Mangel an entsprechendem Zuflusse so lange kleiner wurde, bis die Einnahme der Aus-

1) Semenow gibt (Zeitschrift für allg. Erdkunde. Neue Folge, III. 436) an, er habe von Augenzeugen gehört, die Solfatare von Urumsi sei ein conischer Berg von geringer Größe, der beständig raucht und ganz isolirt in einiger Entfernung vom Hochgebirge steht.

2) Auf der den Fragmens asiatiques beigegebenen Karte sind auch nördlich vom Thian-schan, zwischen diesem und dem Altai Salmiakhöhlen (Cavernes de sel ammoniac) angegeben; diese sind aber auf der Karte der Asie centrale weggelassen.

3) Kosmos IV. 456.

4) Rußeger'sche Messung. Humboldt, Asie centrale III. 550.

5) Asie centrale II. 308.

gabe durch Verdunſtung entſprach. Auch zwiſchen dem Thian-ſchan und dem Kuen-lün vermuthet Humboldt nach den chineſiſchen Nachrichten ein ſolches nun bis auf ein paar kleine Salzſeen ausgetrocknetes Binnenmeer. Er hält[1] die Entſtehung der Niederung für eine nothwendige Folge der Erhebung der übrigen Hochländer von Aſien, für ein dem dortigen Plus des Bodens entſprechendes Minus. Dieſe Aushöhlung hält er für ein Kraterland, das jedoch eher dem Hipparchus, Archimedes und Ptolemäus im Monde oder etwa Böhmen zu vergleichen iſt, als den Kegeln und Kratern der Vulcane. Wenn jedoch Humboldt der caspiſchen Niederung mit dem Namen Kraterland den rein vulcaniſchen Urſprung nicht beigemeſſen haben will, ſo nimmt er dennoch[2] an, daß ſelbſt noch in den hiſtoriſchen Zeiten manchfache Aenderungen im Relief vorgekommen ſeien, was alſo wieder auf den Vulcanismus zurückführt. (Man vergleiche oben S. 386.)

In ſeiner Anſicht über den vulcaniſchen Charakter eines Theiles wenigſtens der caspiſchen Niederung wurde Humboldt durch die Anweſenheit von Salſen beſtärkt. Dieſe Salſen oder Luftvulcane ſind Stellen, die verſchiedene Gaſe aushauchen, unter denen namentlich das (brennbare) Kohlenwaſſerſtoffgas eine Hauptrolle ſpielt und mit denen oft ein Thonſchlamm zum Vorſchein kommt, was auch zu dem Namen Schlammvulcane Veranlaſſung gegeben hat. Humboldt hat ſchon in Amerika bei Turbaco bei Carthagena einen ſolchen Schlammvulcan, der Stickſtoff aushaucht, geſehen und beſchrieben.[3] Seit Humboldt (April 1801) bis zu Acoſta (Ende Decembers 1850) ſind dieſe Schlammvulcane von Naturforſchern nicht mehr beſucht worden. Letzterer bemerkte, daß die Kegel einen bituminöſen Geruch verbreiten, daß etwas Erdöl auf der Waſſerfläche der kleinen Oeffnungen ſchwimme und daß man auf jedem der Schlammhügel das ausſtrömende Gas entzünden könne, was die Entwicklung von Kohlenwaſſerſtoff ſicher anzeigt. Humboldt[4] bleibt entſchieden dabei, daß zu ſeiner Zeit hievon nichts zu bemerken geweſen ſei, daß ſich alſo der Zuſtand jener Vulcane geändert haben müſſe, was auch bei den Salſen der Halbinſel Taman vorgekommen ſein müſſe, da zwiſchen den älteren Beobachtungen Parrot's (1811) und den ſpäteren Göbel's (1834) derſelbe Unterſchied vorwalte, denn Erſterer konnte die aufſteigenden Blaſen nicht entzünden, was aber Letzterem gelang.

1) Fragmens 195.
2) Asie centrale II. 295.
3) Rel. hist. III. 560.
4) Kosmos IV. 260.

Am Schluſſe des 2. Bandes ſeiner Asie centrale führt Humboldt einen Brief von Lenz an, der die großen Gasvulcane am caspiſchen Meere beſpricht. Dort befinden ſich bei Baku auf der Halbinſel Abſcheron Luftquellen, deren Gaſe fortwährend brennen. Wie lange dieſes her ſei, läßt ſich nicht ſagen: die indiſchen Feueranbeter, die ſich dort angeſiedelt haben, behaupten, daß das Feuer ſchon ſeit Erſchaffung der Welt exiſtire, doch iſt dieſes natürlich nicht ſo genau zu nehmen. Auch im Innern von China gibt es Gasquellen, wie Humboldt nach Klaproth und Julien[1] berichtet. Dieſe oft ſehr tiefen Quellen werden gebohrt und bringen bald Salzwaſſer, bald Gas und Salzwaſſer, bald Gas allein. Das Gas dient dabei als Brennmaterial zum Einſieden der Soole. Manchmal ſtößt man beim Bohren der Brunnen auch auf Kohlen. Ebendaſelbſt veröffentlicht Humboldt auch Berichte der genannten Gelehrten über die Vulcane von Japan.

Ueber die aſiatiſchen Erdbeben ſagt Humboldt[2]: „Wie allenthalben in den beiden Continenten ſcheinen die Erdbeben auch in Centralaſien entweder linear zu ſein, oder von beſtimmten Mittelpunkten nach allen Richtungen ſich fortzupflanzen. Die linearen Bewegungen folgen meiſtens der Richtung der großen Ketten, indem ſie entweder auf beiden Abhängen fortgehen, oder indem ſie nur auf einer Seite bleiben, und ſo die Richtung der Spalte angeben, aus der ſich einſt das Gebirge erhob. So gehen die ſüdamerikaniſchen Erdbeben bald am Littorale, bald auf der Oſtſeite der Andes oder auf dem Nordabhange der Küſtenkette von Venezuela hin. In Inneraſien dagegen fühlt man die Bewegung gleichzeitig auf beiden Seiten des Thian-ſchan, von Hami und Turfan gegen Bokhara hin bis in die Niederungen von Turan. Erdbebenmittelpunkte ſind die Gegend des Baikalſees, beſonders aber der Thian-ſchan, deſſen Bezirk noch über den Himalaya hinausreicht, und auch der Durchſchnitt des Bolor mit dem Himalaya und Kuen-lün, ſowie auch die Kreuzung des erſteren mit dem Thian-ſchan, ſcheinen als ſolche angenommen werden zu müſſen. Von dem Thian-ſchan gelangt man, ſich etwas ſüdwärts ziehend, gegen Weſten zum Ararat, der als weiteres Centrum erſcheint und von da der Länge des vulcaniſchen Mittelmeerbaſſins nachziehend nach Liſſabon und zum Archipel der Azoren, und erhält ſo einen Erſchütterungsbezirk, der wie ein der Breite des Mittelmeeres nahe gleiches Band über 120 Längengrade ſich hinzieht. Die dem Aequator nahe parallele Richtung dieſes Streifens iſt eine rein zufällige und von der Umdrehungsaxe

1) Asie centrale II. 519.
2) Asie centrale II. 107.

der Erde unabhängig, und der Streifen ist daher in gleichen Rang mit denen zu stellen, die unter andern Richtungen an andern Punkten der Erde gefunden werden."

Nach der Veröffentlichung der Asie centrale hat Humboldt die Reaction des Innern der Erde auf ihre Oberfläche ausführlich noch im Kosmos Bd. I., namentlich aber in Bd. IV. besprochen.

Die Grundlagen beider Arbeiten sind dieselben, wie die schon öfter besprochenen.

Das Innere unserer Erde befindet sich trotz der Erkaltung der Oberfläche im feurigen Flusse, wie dieses sowohl die Temperaturzunahme, die man findet, wenn man in Bergwerke hinabsteigt, als auch die Thermen, tief aus der Erde heraufsteigende und die dortige Wärme heraufbringende Quellen beweisen und diese innere glühende Flüssigkeit übt ihre Einwirkung auf die Oberfläche aus. Diese offenbart sich a) blos dynamisch, durch Erschütterungswellen (Erdbeben); b) durch die den Quellwassern mitgetheilte, erhöhte Temperatur, wie durch die Stoffverschiedenheit der beigemischten Salze und Gasarten (Thermalquellen); c) durch den Ausbruch elastischer Flüssigkeiten, zu Zeiten von Erscheinungen der Selbstentzündung begleitet (Gas- und Schlammvulcane, Naphthafeuer, Salsen); d) durch die großartigen und mächtigen Wirkungen eigentlicher Vulcane, welche (bei permanenter Verbindung durch Spalten und Krater mit dem Luftkreise) aus dem tiefsten Inneren geschmolzene Erden, theils nur als glühende Schlacken ausstoßen, theils gleichzeitig wechselnden Processen krystallinischer Gesteinbildung unterworfen, in langen, schmalen Strömen ergießen.

Die wesentlichen Charaktere der Erdbeben sind: Räumliche Veränderung, Erschütterung, Hebung und Spaltenerzeugung; ihnen gesellen sich gelegentlich bei: Gas- und Dampfemanationen und unterirdisches Getöse. Bei ihnen ist zu unterscheiden der ursprüngliche Impuls, wahrscheinlich ein Stoß von unten, und das wellenartig sich fortpflanzende Nachklingen des Bodens ringsumher. Unstreitig liegt den Erdbeben und den vulcanischen Ausbrüchen eine und dieselbe Ursache zu Grunde, aber die Intensität der einen ist nicht immer der der andern proportional. Humboldt unterscheidet in Beziehung auf den Wirkungskreis dreierlei Arten von Erdbeben.

„Um von denjenigen Erschütterungen zu beginnen" sagt er,[1] „welche auf den kleinsten Raum eingeschränkt sind, und offenbar der Thätigkeit eines Vulcans ihren Ursprung verdanken; so erinnere ich hier zuerst daran, wie,

1) Kosmos IV. 229.

nächtlich im Krater des Vesuvs am Fuße eines kleinen Auswurfskegels sitzend, den Chronometer in der Hand (es war nach dem großen Erdbeben von Neapel am 26. Juli 1805 und nach dem Lavaausbruch, der 17 Tage darauf erfolgte) ich sehr regelmäßig alle 20 oder 25 Secunden unmittelbar vor jedem Auswurf glühender Schlacken eine Erschütterung des Kraterbodens fühlte. Die Schlacken, 50—60 Fuß emporgeschleudert, fielen theils in die Eruptionsöffnung zurück, theils bedeckten sie die Seitenwände des Kegels. Die Regelmäßigkeit eines solchen Phänomens macht die Beobachtung gefahrlos. Das sich wiederholende kleine Erdbeben war keineswegs bemerkbar außerhalb des Kraters: nicht im Atrio del Cavallo, nicht in der Einsiedelei del Salvatore. Die Periodicität der Erschütterung bezeugt, daß sie abhängig war von einem bestimmten Spannungsgrade, welchen die Dämpfe erreichen müssen, um in dem Inneren des Schlackenkegels die geschmolzene Masse zu durchbrechen. Ebenso als man in dem eben beschriebenen Falle keine Erschütterungen am Abfall des Aschenkegels des Vesuvs fühlte, wurde auch bei einem ganz analogen, aber viel großartigeren Phänomen: am Aschenkegel des Vulcans Sangai, der südöstlich von der Stadt Quito sich bis zu 15984 Fuß erhebt, von einem sehr ausgezeichneten Beobachter, Herrn Wisse, als er sich (im December 1849) dem Gipfel und Krater bis auf 1000 Fuß näherte, kein Erzittern des Bodens bemerkt; dennoch waren in der Stunde bis 267 Explosionen (Schlackenauswürfe) gezählt worden."

„Eine zweite, unendlich wichtigere Gattung von Erdbeben ist die sehr häufige, welche große Ausbrüche von Vulcanen zu begleiten oder ihnen vorauszugehen pflegt: sei es, daß die Vulcane, wie unsre europäischen, Lavaströme ergießen, oder, wie Cotopaxi, Pichincha und Tunguragua der Andeskette, nur verschlackte Massen, Asche und Dämpfe ausstoßen. Für diese Gattung sind vorzugsweise die Vulcane als Sicherheitsventile zu betrachten, schon nach dem Ausspruche Strabo's über die lavaergießende Spalte bei Lelante auf Euböa. Die Erdbeben hören auf, wenn der große Ausbruch erfolgt ist."

„Am weitesten verbreitet sind aber die Verheerungen von Erschütterungswellen, welche theils ganz untrachytische, unvulcanische Länder, theils trachytische, vulcanische wie die Cordilleren von Südamerika und Mexico durchziehen, ohne irgend einen Einfluß auf die nahen Vulcane auszuüben. Dies ist eine dritte Gruppe von Erscheinungen und die, welche am überzeugendsten an die Existenz einer allgemeinen Ursache, welche in der thermischen Beschaffenheit des Innern unsres Planeten liegt, erinnert. Zu dieser dritten Gruppe gehört auch der, doch seltene Fall, daß in unvulcani-

ſchen und durch Erdbeben wenig erſchreckten Ländern, auf dem eingeſchränkteſten Raume, der Boden Monate lang ununterbrochen zittert, ſo daß man eine Hebung, die Bildung eines thätigen Vulcans zu beſorgen anfängt. So war dies in den piemonteſiſchen Thälern von Pelis und Cluſſon, wie bei Pignerol im April und Mai 1805; ſo im Frühjahr 1829 in Murcia, zwiſchen Orihuela und der Meeresküſte, auf einem Raum von kaum einer Quadratmeile. Als im Innern von Mexico, am weſtlichen Abfall des Hochlandes von Mechoacan, die cultivirte Fläche von Jorullo 90 Tage lang ununterbrochen erbebte, ſtieg der Vulcan mit vielen Tauſenden ihn umgebender, 5—7 Fuß hoher Kegel (los hornitos) empor, und ergoß einen kurzen aber mächtigen Lavaſtrom. In Piemont und in Spanien dagegen hörten die Erderſchütterungen allmählig auf, ohne daß irgend eine Naturbegebenheit erfolgte."

Humboldt bemerkt,[1] daß man die Erdbeben, welche mit den Vulcanen nicht in einem nachweisbaren Zuſammenhange ſtehen, im Gegenſatze zu denen, bei welchen dieſes der Fall iſt, den vulcaniſchen, plutoniſche nenne; doch hält er dieſe Bezeichnung in Hinſicht auf allgemeinere Anſichten über Vulcanicität nicht für paſſend.

Wenn die meteoriſchen Waſſer auf den Boden fallen, ſo werden ſie, da letzterer nur ausnahmsweiſe waſſerdicht iſt, in größerem oder geringerem Maaße in denſelben eindringen und wenn dieſes auf einer Anhöhe geſchieht, ſo wird es im Thale im Allgemeinen nicht an einer Stelle fehlen, an der das Waſſer als Quelle wieder zum Vorſchein kommt. Das Terrain, welches unterirdiſch von ihm durchlaufen wird, muß irgend eine Temperatur haben, es wird dieſelbe der durchrieſelnden Flüſſigkeit mittheilen, und aus der Wärme der Quellen wird ſich daher auch die des Bodens beſtimmen laſſen. Von der Anwendung dieſer Beobachtungen iſt bereits oben (S. 163 und 166) geſprochen worden; allein es knüpft ſich hieran noch ein anderer Gegenſtand von Intereſſe. Der Punkt, an dem das Quellwaſſer austritt, muß nicht der tiefſte im ganzen Laufe des Waſſers ſein; es iſt nach hydroſtatiſchen Geſetzen nur nothwendig, daß die Ausflußſtelle niedriger ſei, als diejenigen, an denen das Meteorwaſſer in ſeine Kanäle eindrang, und der Weg kann, ehe er zu Tage führt, vorher ſich weit in die Tiefe geſenkt haben. In der Tiefe nimmt aber die Wärme zu, und ſolche Quellen, die ſehr weit heraufkommen, haben daher eine höhere Temperatur, als die mittlere der Ausflußſtelle iſt: ſie ſind Thermen. Solche Quellwaſſer haben oft einen großen Umweg gemacht, ſie ſind möglicherweiſe an einem weit entfernten Orte eingedrungen und ihr

1) Kosmos IV. 228.

Wasserreichthum ist daher unabhängig von den Regenverhältnissen der Ausflußstelle. Daß die Warmquellen aus großen Tiefen kommen müssen, läßt sich daraus schließen, weil alle artesischen Brunnen ein um so wärmeres Wasser geben, je tiefer sie gebohrt sind; einer Zunahme der Tiefe um 91—99 Fuß entspricht eine Wärmesteigerung von 1° des hunderttheiligen Thermometers.[1] Einer der tiefsten artesischen Brunnen ist der zu Neusalzwerk, von dem (vergl. S. 331) Humboldt der Akademie zu Paris Bericht erstattete. Aus dem Innern der Erde kommen verschiedene Stoffe in die Höhe, wie z. B. Kohlensäure, Schwefelwasserstoff u. s. w. Diese können auf ihrem Wege dem Wasser einer Quelle begegnen, und letzteres wird dadurch zur Mineralquelle; doch ist dabei nicht zu übersehen, daß das Quellwasser sich auf seinem Wege auch noch mit andern Stoffen beladen kann, und daß darum nicht jede Mineralquelle mit der vulcanischen Wirkung in Verbindung ist, während jede Therme unter dem Einflusse dessen steht, was die vulcanischen Erscheinungen veranlaßt. Zu den vulcanischen Mineralquellen gehören diejenigen, welche Salzsäure und Schwefelsäure führen, und wir verdanken Humboldt ein paar Abhandlungen über solche Quellen. (Des eaux chargées d'acide muriatique, Analyse d'eau du Rio Vinagre s. oben S. 124 und 125.)

Während die Erdbeben noch von keiner Temperaturerhöhung begleitete rein dynamische Erscheinungen sind, beobachtet man das Durchwirken der Centralwärme durch die Kruste bereits an den Thermen. An den Warmquellen kann man niemals eine Temperatur beobachten, die höher ist, als die Siedhitze des Wassers; dagegen gehen die Salsen oder Schlammvulcane bereits weiter, denn sie gerathen bisweilen in einen Ausnahmezustand, in dem sie durch Ausbruch von Feuersäulen sich den Vulcanen nähern. So fand 1839 in der oben erwähnten Salse von Turbaco ein mächtiger mit Erderschütterungen verbundener Flammenausbruch statt, und es blieb als Rest ein den Salsen ähnlicher Gasvulcan. Auch bei andern derartigen Gebilden sind derlei Erscheinungen beobachtet worden.

„Wenn wir nun", sagt Humboldt[2], „einen letzten Blick auf die Art vulcanischer Thätigkeit werfen, welche sich durch Hervordringen von Dämpfen und Gasarten, bald mit, bald ohne Feuererscheinungen offenbart, so finden wir darin bald große Verwandtschaft, bald auffallende Verschiedenheit der aus den Erdspalten ausbrechenden Stoffe: je nachdem die hohe Tempe-

1) Kosmos IV. 237.
2) Kosmos IV. 266.

ratur des Inneren, das Spiel der Affinitäten modificirend, auf gleichartige oder sehr zusammengesetzte Materien gewirkt hat. Die Stoffe, welche bei diesem geringeren Grade vulcanischer Thätigkeit an die Oberfläche getrieben werden, sind: Wasserdampf in großem Maaße, Chlornatrium, Schwefel, gekohlter und geschwefelter Wasserstoff, Kohlensäure und Stickstoff; Naphtha (farblos, gelblich oder als braunes Erdöl); Borsäure und Thonerde der Schlammvulcane. Die große Verschiedenheit dieser Stoffe, von denen jedoch einige (Kochsalz, Schwefelwasserstoffgas und Erdöl) sich fast immer begleiten, bezeugt das Unpassende der Benennung Salsen, welche aus Italien stammt, wo Spallanzani das große Verdienst gehabt hat, zuerst die Aufmerksamkeit der Geognosten auf das lange für so unwichtig gehaltene Phänomen im Modenesischen zu leiten. Der Name Dampf- und Gasquellen drückt mehr das Gemeinsame aus. Wenn viele derselben als Fumarolen zweifelsohne in Beziehung zu erloschenen Vulcanen stehen, ja besonders als Quellen von kohlensaurem Gas ein letztes Stadium solcher Vulcane charakterisiren; so scheinen dagegen andere, die Naphthaquellen, ganz unabhängig von den wirklichen, geschmolzene Erden ausstoßenden Feuerbergen zu sein. Sie folgen dann, wie schon Abich am Kaukasus gezeigt hat, in weiten Strecken bestimmten Richtungen, ausbrechend auf Gebirgsspalten: sowohl in der Ebene, selbst im tiefen Becken des caspischen Meeres, als in Gebirgshöhen von fast 8000 Fuß. Gleich den eigentlichen Vulcanen vermehren sie bisweilen plötzlich ihre scheinbar schlummernde Thätigkeit durch Ausbruch von Feuersäulen, die weit umher Schrecken verbreiten. In beiden Continenten, in weit von einander entfernten Weltgegenden, zeigen sie dieselben auf einander folgenden Zustände; aber keine Erfahrung hat uns bisher berechtigt zu glauben, daß sie Vorboten der Entstehung wirklicher, Lava und Schlacken auswerfender Vulcane sind. Ihre Thätigkeit ist anderer Art: vielleicht in minderer Tiefe wurzelnd und durch andere chemische Processe bedingt."

Das höchste Stadium der Reaction des Erdinnern auf die Oberfläche sehen wir in den wirklichen Vulcanen, solchen Oeffnungen der Erde, durch die nach Humboldt[1] neben den Gasarten auch feste, stoffartig verschiedene Massen in feuerflüssigem Zustande, als Lavaströme, oder als Schlacken, oder als Producte der feinsten Zerreibung (Asche) aus ungemessener Tiefe an die Oberfläche gedrängt werden. Humboldt spricht sich gegen den alten Sprachgebrauch aus, demzufolge man die Wörter Vulcan und Feuerberg für synonym hält, weil sich dadurch der Begriff vulcanischer Erschei-

1) Kosmos IV. 268.

nungen zu sehr an das Bild von isolirten Kegelbergen mit kreisrunder und ovaler Oeffnung an der Spitze knüpft, während in der Wirklichkeit große Flächen von mehreren tausend Quadratmeilen als ein einziger Vulcan, dem eine größere Anzahl von Oeffnungen zu Gebote steht, betrachtet werden können.

Solche Vulcane sind der mittlere Theil des mexicanischen Hochlandes zwischen dem Pic von Orizaba, dem Jorullo und den Küsten der Südsee; Centralamerika; die Cordilleren von Neugranada und Quito zwischen dem Vulcan von Puracé bei Popayan, dem von Pasto und dem Chimborazo; das Isthmusgebirge des Kaukasus zwischen dem Kasbegk, Elbruz und Ararat. Grundlage der Humboldt'schen Theorie ist die Annahme, daß da und dort in den untern Lagen der Erdkruste sich eine Spalte befinde, durch welche der Verkehr zwischen innen und außen vermittelt wird. In dem ganzen Bereiche dieser Spalten ist der größte Theil oberflächlich zugedeckt, ohne jedoch dem Ganzen die ursprüngliche Festigkeit geben zu können; einzelne Stellen sind offen oder doch viel schwächer verbunden und dort ist es, wo zunächst der Ausbruch erfolgt; wenn auch allenthalben die Möglichkeit vorhanden ist, daß eine neue Oeffnung sich bildet. An den eine offene Straße bildenden Orten wird theils durch Hebung von früher horizontalen Schichten, die in ähnlicher Weise vor sich geht, wie sie, wie oben (S. 387) angegeben, bei der Bildung von Gebirgen stattfindet, theils durch das von unten heraufkommende oben liegenbleibende Material eine Erhöhung, ein Feuerberg gebildet, der zwar eine verschiedenartige Gestalt haben kann, die jedoch in der Regel die Kegel- oder Glockenform ist.

Die Höhe der Feuerberge ist sehr verschieden; sie schwankt zwischen dem 700 Fuß hohen Vulcane der japanesischen Insel Kosima und dem Sahama in Bolivia, der sich bis zu 20970 Fuß erhebt. Ebenso verschieden wie die Gestalt ist die Häufigkeit der Ausbrüche, die von der Höhe des Vulcans durchaus keine Abhängigkeit zeigt.

Den deutlichsten Fingerzeig für den Ausbruch der Vulcane aus Spalten geben die sogenannten Reihenvulcane, d. i. solche Feuerberge, die in größerer oder geringerer Anzahl in einer nur wenig gebogenen Linie hintereinander stehen. So unterscheidet Humboldt in Südamerika und Centralamerika bis Mexico 5 Reihen, von denen die 4 südlichen fast ganz der Richtung der Andes folgen, während die mexicanische sie quer durchsetzt. Nachdem er dann die Vertheilung der Feuerberge über die Erde untersucht, kommt er (S. 446) zu folgender Zusammenstellung.

Lage der Gruppe.	Sie enthält Vulcane im Ganzen	noch entzündete
I. Europa	7	4
II. Inseln des atlantischen Meeres	14	8
III. Afrika	3	1
IV. Asien, das continentale	25	15
a) westlicher Theil und das Innere	11	6
b) Halbinsel Kamtschatka	14	9
V. ostasiatische Inseln	69	54
VI. südasiatische Inseln	120	56
VII. indischer Ocean	9	5
VIII. Südsee	40	26
IX. Amerika, das continentale	115	53
a) Südamerika	56	26
α) Chili	24	13
β) Peru und Bolivia	14	3
γ) Quito und Neugranada	18	10
b) Centralamerika	29	18
c) Mexico, südlich vom Rio Gila	6	4
d) Nordwestamerika, nördlich vom Gila	24	5
X. Antillen	5	3
in Summa	407	225

Als entzündet, also noch thätig, gelten in dieser Tabelle alle diejenigen Vulcane, welche noch Dämpfe ausstoßen, oder historisch gewisse Eruptionen gehabt haben im 19. oder in der letzten Hälfte des 18. Jahrhunderts, obwohl, wie dieses z. B. bei dem Vesuv beobachtet wurde, in einzelnen seltenen Fällen ein Berg nach einer Jahrhunderte langen Pause wieder aufbrechen kann. Am dichtesten unter allen Gegenden der Erde stehen die Feuerberge im indischen Archipelagus und die einzige Insel Java hat mehr thätige Vulcane (28) als das 7 mal längere Südamerika. Denkt man sich die Südsee durch die Behringsstraße und den Parallel von Neuseeland und Südchili begränzt, so fallen in das Becken und um dasselbe her (in seiner continentalen asiatischen und amerikanischen Begränzung) von den 225 entzündeten Vulcanen der Erde 198 oder nahe $^7/_8$. Die den Polen nächsten Vulcane sind nach unserer jetzigen geographischen Kenntniß: in der nördlichen Hemisphäre der Vulcan Esk auf der kleinen Insel Jan Mayen, lat. $71^0\ 1'$ und long. $9^0\ 51'$ w. v. P.; in der südlichen Hemisphäre der röthliche, selbst bei Tage sichtbare Flammen ausstoßende Mount Erebus.

Auch im Kosmos kommt Humboldt (so namentlich I. 253. IV. 452)

auf den im Vorstehenden schon öfter erwähnten Umstand, daß die Vulcane meistens in der Nähe des Meeres sind, ein Umstand, der einen Wink über die Ursache geben kann, die dem zeitweiligen Ausbrechen der Eruptionen zu Grunde liegen mag. Er sagt an dem letzteren Orte:

„Die große Frequenz der Vulcane auf den Inseln und in dem Littoral der Continente hat früh die Geognosten auf die Untersuchung der Ursachen dieser Erscheinung leiten müssen." Nachdem er hierauf die Theorie von dem Eindringen des Meerwassers besprochen, fährt er fort: „Mechanische oder vielmehr dynamische Ursachen, seien sie gesucht in der Faltung der oberen Erdrinde und der Erhebung der Continente, oder in der local minderen Dicke des starren Theils der Erdkruste möchten meiner Ansicht nach mehr Wahrscheinlichkeit gewähren. Man kann sich vorstellen, daß an den Rändern der aufsteigenden Continente, welche jetzt die über der Meeresfläche sichtbaren Littorale mit mehr oder minder schroffen Abhängen bilden, durch die gleichzeitig veranlaßten Senkungen des nahen Meeresgrundes Spalten verursacht worden sind, durch welche die Communication mit dem geschmolzenen Innern befördert wird. Auf dem Rücken der Erhebungen, fern von jenen Senkungsarealen des oceanischen Beckens ist nicht dieselbe Veranlassung zum Entstehen solcher Zertrümmerung gewesen. Vulcane folgen dem jetzigen Meeresufer in einfachen, bisweilen doppelten, wohl auch dreifachen parallelen Reihen. Kurze Querjoche verbinden sie, auf Querspalten gehoben und Bergknoten bildend. Häufig (keineswegs immer) ist die dem Ufer nähere Reihe die thätigste, während die fernere, mehr innere, erloschen oder dem Erlöschen nahe erscheint. Bisweilen wähnt man nach bestimmter Richtung in einer und derselben Reihe von Vulcanen eine Zu- oder Abnahme der Eruptionshäufigkeit zu erkennen; aber die Phänomene der nach langen Perioden wieder erwachenden Thätigkeit machen dieses Erkennen sehr unsicher."

Humboldt hat, wie sich aus Vorstehendem ergibt, sich wohl gehütet, die Ursache anzugeben, welche die vulcanischen Erscheinungen zunächst veranlassen; er hat sich damit begnügt, die Umstände zu bezeichnen, unter denen sie zumeist eintreten, und es bleibt daher den späteren Untersuchungen anheim gegeben, das primum movens zu finden.

Der Vulcanismus oder Plutonismus, als dessen entschiedener Anhänger Humboldt zu betrachten ist, hat, wie bereits erwähnt, während der ersten vier Decennien dieses Jahrhunderts den Neptunismus fast vollständig verdrängt. Lassen wir die Laven und die Sedimentgesteine, über deren Ursprung wohl nie ein Zweifel war, da wir sie noch täglich vor unsern Augen

ſich bilden ſehen, aus dem Spiele, beſchränken wir uns alſo auf die vor den hiſtoriſchen Zeiten entſtandenen kryſtalliniſchen Geſteine, ſo beginnt die Meinungsverſchiedenheit mit der Entſtehung des Baſaltes. Der Streit wurde zu Gunſten der Vulcaniſten entſchieden, weil es gelang, den Urſprung von Baſalten aus ehemaligen Kratern nachzuweiſen. Die verſchiedenen Analogien zwiſchen Baſalten, Doleriten, Trappen u. ſ. w. veranlaßten die nunmehr erſtarkten Vulcaniſten auch dieſe Bildungen für ſich in Anſpruch zu nehmen. Darauf kamen die übrigen Geſteine, Granit, Porphyr, Serpentin u. ſ. w. an die Reihe. Bei dieſen iſt aber von einem Krater, aus dem die Stoffe ausgefloſſen ſein könnten, nicht eine Spur zu ſehen, und die ganze Art des Auftretens veranlaßte die Annahme, daß dieſe Geſteine nicht als flüſſige Laven, ſondern als eine Art Brei, nicht aus Kratern, ſondern aus weiten Spalten hervorgedrungen ſeien, und man nannte dieſe Geſteine zum Unterſchiede von den andern plutoniſche. Sehr befördernd für die Anſicht von der früheren wenigſtens theilweiſen Flüſſigkeit des Granits war die oben S. 323 erwähnte Beobachtung Humboldt's über das Auftreten dieſes Geſteins am Irtyſch. Bei den plutoniſchen Gebilden iſt wie bei den vulcaniſchen die Thätigkeit des Waſſergottes eine völlig unbedeutende; alle Flüſſigkeit wird mit Hülfe ungeheurer Hitze, die ſich nach und nach verlor, zu Stande gebracht. Hier findet ſich ein ſchwacher Punkt der plutoniſtiſchen Lehre, denn ſo zuſammenhängend, ſo conſequent ſie auch in phyſikaliſcher Beziehung iſt, ſo kann dieſes nicht mehr geſagt werden, wenn man auch die chemiſchen Verhältniſſe berückſichtigt. So z. B. beſteht der Granit aus dreierlei verſchiedenen Mineralien, aus Quarz, Feldſpath und Glimmer. Erhitzt man nun ein Stück Granit, ſo ſchmilzt zuerſt der Glimmer, dann der Feldſpath, der Quarz aber iſt ſo ſchwerflüſſig, daß man ihn in größeren Maſſen zu ſchmelzen nicht vermag. Dieſer Mißſtand läßt ſich übrigens nicht als Einwurf gegen den Plutonismus betrachten, denn er wird durch die einfache Annahme, es ſei eben früher noch heißer geweſen als in unſern beſten Hochöfen, gehoben. Wir wollen aber jetzt annehmen, der Granit ſei mit Hülfe von einer fürchterlichen Hitze glücklich in einen Brei umgewandelt, und es handle ſich nun um das Erkalten. Für das Fortgehen der Wärme haben wir nicht zu ſorgen, aber zu was wird der Brei erhärten, wird er Granit werden? Aller Wahrſcheinlichkeit nach nicht. Angenommen, die drei Mineralien trennen ſich wieder bei dem Erkalten, ſo wird zuerſt der ſchwerflüſſige Quarz die feſte Geſtalt annehmen, dann der Feldſpath und endlich der Glimmer, und da die beiden letzteren länger flüſſig waren, wird ſich zuerſt der Quarz ſeinen Platz ausgeſucht haben, und die beiden Geſährten nehmen diejenigen Stellen

ein, die er übrig gelaſſen. Betrachtet man aber ein Stück Granit, ſo findet ſich der umgekehrte Fall, denn aus der Bildung der Glimmer- und Feldſpathkryſtalle ergibt ſich, daß ſie ſich frei zuſammenfügen konnten, während der Quarz nur die leeren Stellen zwiſchen den andern Kryſtallen einnimmt. Es mußten daher zuerſt dieſe vorhanden ſein, ehe der ſich nach ihnen richtende Quarz kommen konnte. Dieſen Mißſtand ſuchten die Plutoniſten durch einen Analogieſchluß zu entfernen, denn man weiß, daß das Waſſer, das unter gewöhnlichen Umſtänden bei 0^0 gefriert, im luftverdünnten Raume und in der Ruhe bis zu 10^0—12^0 unter 0 erkältet werden kann, ohne daß es darum feſt wird; allein es iſt kaum anzunehmen, daß es bei der erſten Bildung des Granites auf der Erde beſonders ruhig zugegangen ſei und ein verminderter Luftdruck war ſicherlich nicht vorhanden. Außerdem fragt es ſich, warum dieſe Umſtände gerade auf den Quarz und nicht auch auf ſeine Gefährten gewirkt haben ſollen.

Es iſt auch nicht der Beobachtung entgangen, daß die vulcaniſchen Geſteine keinen Quarz enthalten, der bei den plutoniſchen eine ſo große Rolle ſpielt. Bei den Laven findet man ſehr häufig glasartige Gebilde, die ſogenannten Obſidiane, die als ein ſicheres Zeichen vormaliger Schmelzung betrachtet werden können, in den Graniten iſt noch nie ein Uebergang in Glas beobachtet worden.

Unter Umgehung des Plutonismus hat Fuchs[1] im Jahre 1838 eine Theorie der Erdbildung oder vielmehr der Bildung ihrer Oberfläche entworfen. Die Erde iſt nach ihm früher aus amorphen unkryſtalliſirten Stoffen beſtanden, durch deren Uebergang in den Zuſtand der Kryſtalliſation manchfache Wärme- und Lichtentwicklungen, ſowie chemiſche Proceſſe erfolgten. Es iſt die Fuchs'ſche Lehre mehr eine Geologie vom chemiſchen Standpunkte zu nennen, während der Plutonismus eher phyſikaliſch iſt. Lange war ſeine Schule nicht nur iſolirt, ſondern auch ſo ziemlich ignorirt. In neuerer Zeit haben Blum[2] und Biſchoff[3] nachgewieſen, daß eine Menge von Mineralien, die man früher als nur durch das Feuer entſtanden glaubte, ſich auch ganz kalt auf naſſem Wege bilden können. Dadurch iſt aber der ganze Gegenſtand höchſt complicirt geworden, da man nicht mehr weiß, wie ein Mineral ſich gebildet habe, denn je mehr Bildungsweiſen möglich ſind, um ſo mehr wird es ſchwierig ſein, die rechte zu finden.

1) Geſammelte Schriften 199.

2) Die Pſeudomorphoſen des Mineralreichs 1843 und Nachtrag zu den Pſeudomorphoſen 1847.

3) Lehrbuch der chemiſchen und phyſikaliſchen Geologie.

Im Allgemeinen scheint gegenwärtig der neue Neptunismus im Vorschreiten zu sein, besonders seitdem die Hauptträger des Plutonismus, Buch und Humboldt, todt sind, und es ist nicht unmöglich, daß der Plutonismus einen Theil seiner Gesteine, wie den Granit u. s. w., als geraubtes Gut wieder hergeben muß.

Wie weit dieses gehen wird, und wie lange der Streit noch dauert, ist eine Frage der Zukunft; doch dürfte wohl schwerlich von dem Vulcanismus im engeren Sinne, also dem eigentlichen Gegenstande Humboldt's weit abgegangen werden, und es ist recht gut möglich, daß man am Ende für den Granit und die verwandten Gesteine eine Entstehungsart annimmt, die von der gegenwärtigen Annahme, sie seien im breiartigen Zustande heraufgekommen, abweicht, daß aber die Theorie sich geltend macht, sie seien nach ihrer Bildung von unten in die Höhe geschoben worden, so daß dann das flüssige Innere auf den Granit und dieser erst auf die Sedimentgesteine gedrückt hätte.

Der Magnetismus.

Als Humboldt nach seinem langjährigen Aufenthalte in Paris nach Berlin zurückgekehrt war, um dort seinen definitiven Wohnsitz zu nehmen, widmete er sich mit großem Eifer den Beobachtungen des Erdmagnetismus. Zur Erreichung größtmöglicher Genauigkeit und um die Wirkung des Erdmagnetismus rein zu bekommen, mußte alles Eisen aus der Nähe des Instrumentes entfernt werden; es wurde daher in dem Garten des Stadtrathes Mendelssohn-Bartholdy ein eigenes Haus erbaut, in dem sich gar kein Eisen befand, da sogar das Schloß aus Kupfer gemacht war. Dort wurde nun regelmäßig beobachtet, ja am 31. Januar und am 25. März 1829 wurde stündlich der Gang der Declinationsnadel untersucht und gleichzeitig geschah dasselbe von Reich in einer Grube des Freiberger Bergwerks. Das Resultat[1] war eine analoge Bewegung der Freiberger und der Berliner Nadel, ohne daß sich darum kleinere, ohne Zweifel von Localeinflüssen herrührende abweichende Bewegungen verkennen ließen.

Nachdem dieses erkannt war, setzte Humboldt besondere Beobachtungstermine fest, an denen von 4 Uhr Morgens bis Mitternacht des andern Tages an verschiedenen Stationen zugleich wenigstens einmal stündlich be-

1) Pogg. Ann. XV. 1829.

obachtet werden ſollte. Die feſtgeſetzten Tage waren: 20. März, 4. Mai, 21. Juni, 6. Auguſt, 23. September, 5. November und 21. December, und in den Kreis der mit einander verbundenen Stationen wurden jetzt außer Berlin und Freiberg noch Nicolajew und Kaſan gezogen. Das Reſultat dieſer Beobachtungen[1] war ein analoges Verhalten der Magnetnadel an allen Stationen ſowohl bei der regelmäßigen als auch bei der unregelmäßigen, durch Störungen und Nordlichter veranlaßten Bewegung, und ſo war es nun erkannt, daß die magnetiſchen Erſcheinungen nicht blos von Localverhältniſſen abhängig ſind, ſondern daß die jeweiligen Zuſtände der ganzen Erde, oder doch eines großen Theiles derſelben ſich in der Bewegung der Nadel eines gegebenen Ortes abſpiegeln, ein Reſultat, zu deſſen Erzielung Humboldt unmittelbar thätig war. Es verſteht ſich wohl von ſelbſt, daß Humboldt ſeine Reiſe nach Sibirien dazu benutzte, Beobachtungen über den Magnetismus der Erde anzuſtellen. Die Ergebniſſe ſind, wie bereits erwähnt, in dem Anhange zum 3. Bande der Rel. hist., dann in Pogg. Ann. XVIII. 1830 niedergelegt.

Indeſſen waren aber auch andere Gelehrte nicht müſſig geblieben; auch von anderer Seite war man ſo eifrig bemüht, zu dem Aufbau der Lehre vom Erdmagnetismus beizutragen, daß die erſten 10 Jahre unſres Abſchnittes mit Recht zu den für den genannten Zweig wichtigſten Epochen gezählt werden können.

Faſt gleichzeitig mit Humboldt, nämlich von 1828—1830 bereiſte der für den Magnetismus unermüdlich thätige Hanſteen einen großen Theil von Sibirien eigens zu dem Zwecke, um das dortige Verhalten des Erdmagnetismus näher kennen zu lernen. Die Vereinigung ſeiner eigenen Beobachtungen mit denen Humboldt's, de Roſſel's, Sabine's, Franklin's, Ermann's u. ſ. w. ſetzte ihn in den Stand, im Jahre 1833 die erſte Intenſitätskarte[2] der ganzen Erdoberfläche zu conſtruiren, in der alſo diejenigen Punkte mit einander zu Iſodynamen verbunden ſind, welche eine gleiche magnetiſche Intenſität beſitzen. Auf dieſer Karte iſt wie bisher diejenige Intenſität als Einheit angenommen, die Humboldt in Peru im magnetiſchen Aequator gefunden und in ſeiner mit Gay-Luſſac verfaßten Abhandlung von 1806 gleich 1 geſetzt hatte, obwohl dieſe Einheit nicht das Minimum der bisher auf der Erdoberfläche gefundenen Intenſität iſt. Als nämlich Humboldt auf ſeiner amerikaniſchen Reiſe ſich dem

1) Pogg. Ann. XIX. 1830.
2) Pogg. Ann. XXVIII. 1833.

magnetiſchen Aequator näherte, fand er, daß die Intenſität des Erdmagnetismus mehr und mehr abnahm und in dem Aequator ſelbſt einen kleinſten Werth erreichte. Dieſen Werth ſetzte er in der erwähnten Abhandlung als Einheit. Weil damals außer ſeinen Beobachtungen noch keine andern gemacht oder veröffentlicht waren, ſo konnte man noch nicht wiſſen, ob die Intenſität an allen Theilen dieſes Aequators dieſelbe, oder ob ſie nicht an andern größer oder geringer ſei. Die Beobachtungen Sabine's zeigten, daß von Braſilien öſtlich bis über Borneo hinaus die Intenſität geringer ſei, als in Peru und daß das abſolute Minimum ſich wahrſcheinlich in der Gegend von St. Helena befinde. Hätte Humboldt ſchon im Jahre 1806 von dieſen Beobachtungen, die jedoch erſt 14 Jahre ſpäter gemacht wurden, gewußt, ſo iſt nicht zu zweifeln, daß er dann die Intenſität von St. Helena gleich 1 geſetzt hätte, allein das war nicht möglich und obwohl man ſpäter fand, daß die Humboldt'ſche Einheit nicht, wie man anfangs geglaubt hatte, den geringſten Werth der Intenſität darſtelle, ſo wurde ſie doch beibehalten, wird es zum Theil auch jetzt noch, da dadurch die Vergleichung von aus verſchiedenen Zeiten ſtammenden Karten bedeutend erleichtert wird. Die Unterſchiede, die ſich bei Benutzung verſchiedener Einheiten ergeben, ſind etwa dieſelben, die man erhält, wenn man eine Reihe von ungleich ſchweren Körpern nach Pfunden des einen oder des andern Staates abwiegt: die Zahlen werden jedesmal anders, wenn ein anderes Pfund genommen wird, aber, und dieſes iſt die Hauptſache, das gegenſeitige Verhältniß der Zahlen bleibt ſich immer gleich, wenn man ſtets dem einmal genommenen Pfunde treu bleibt.

Wenn es unter den jetzigen Umſtänden praktiſch von geringem Intereſſe iſt, ob man dieſe oder jene Größe des Magnetismus als Einheit der Intenſität ſetzt, ſo läßt ſich dieſes nicht von der wiſſenſchaftlichen Seite behaupten. Geſetzt es ſei einmal irgend eine Größe als Maaßeinheit angenommen, ſo kann man bei ihr bleiben, und alles nach demſelben Maaßſtabe richten, ſo lange man das Urmaaß oder gute Copien deſſelben beſitzt. Humboldt hat den Magnetismus am Aequator beſtimmt, hat dabei gefunden, daß ſeine Nadel eine beſtimmte Anzahl von Schwingungen in 10 Minuten machte, hat beobachtet, daß die Zahl dieſer Schwingungen mit der Entfernung vom Aequator zunahm, und hat endlich die Nadel unverſehrt nach Paris zurückgebracht. Mit dieſer Nadel wurden nun andere verglichen und mit dieſen konnte nun auf Grund der Vergleichung ſo gut beobachtet werden, wie mit der Humboldt'ſchen. Wenn eine Magnetnadel einroſtet oder bedeutend erhitzt wird u. ſ. w. ſo iſt die Möglichkeit vorhanden, daß der Magnetismus

in ihr sich dabei ändert, und es kann daher wohl vorkommen, daß sie an einem Orte, wo sie vorher, wir wollen setzen 100 Schwingungen in einer gewissen Zeit machte, nunmehr nur 80mal schwingt. Es entspricht dieses etwa dem Falle, wenn man einen Maaßstab mit auf eine Reise nimmt, und unterwegs denselben beschädigt oder ihn abbricht. Humboldt hat seine Nadel von seiner Reise glücklich nach Paris gebracht, und dort zeigte dieselbe, als man sie wieder schwingen ließ, daß an ihr sich nichts geändert habe. Dieses war strenge genommen ein Glücksfall, denn hätte Humboldt seine Nadel auf der Reise beschädigt oder gar verloren, so hätte man hinterher alle seine Intensitätsmessungen nicht mehr gebrauchen können.

Da eine Magnetnadel ihren magnetischen Zustand leicht ändert und eine und dieselbe Nadel, wenn sie von ihrem Magnetismus etwas verliert, unter sonst ganz gleichen Umständen langsamer schwingt, mußten stets wieder Vergleichungen angestellt werden, und ein Reisender, der irgend eine Expedition unternahm, lief immer Gefahr, daß unterwegs in seiner Nadel etwas vorgehe, was alle seine Messungen unrichtig machte, wenn er nicht ganz genau wußte, wann und wo die Aenderung vor sich gegangen sei. Es erhellt hieraus, von welcher Bedeutung es sein muß, jederzeit sein Instrument untersuchen zu können. Es ist aber denkbar, wenn auch nicht wahrscheinlich, daß alle Nadeln, die wir gegenwärtig haben, durch irgend einen Umstand, ihren Magnetismus ändern. Sollte dieses einmal der Fall sein, so wäre alles, was bisher geschehen, mit dem Folgenden nicht mehr zu vergleichen, und man müßte von vorn anfangen.

Hieraus ergibt sich das Bedürfniß, jederzeit den Zustand seines Instrumentes untersuchen und allenfallsige Aenderungen auffinden zu können. Diesem Mangel hat Gauß[1] abgeholfen, dessen Verdienste um die Verbesserung der Beobachtungsinstrumente ich hier übergehen will. Gauß lehrte, wie man aus der Einwirkung einer Nadel auf eine andere unter dem Einflusse des Erdmagnetismus stehende berechnen könne, was von den beobachteten Erscheinungen der Erde, was der Nadel zuzuschreiben sei: man ist daher niemals der Unsicherheit ausgesetzt, mit einer Nadel zu beobachten, die sich möglicherweise geändert hat, und der Reisende braucht nicht mehr zu fürchten, am Schlusse seiner Expedition seine sämmtlichen Arbeiten wegwerfen zu müssen.

---

1) Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata in Comm. recent. Soc. Gotting. VIII. 1832—1837, deutsch in Pogg. Ann. XXVIII. 1833.

Weiß man, wieviel bei einer beobachteten Wirkung dem Erdmagnetismus zuzuschreiben sei, so bleibt noch die Frage offen, welche Einheit man für diesen nehmen, d. i. nach welchem Maaße derselbe zu messen sei. Wollte man hier wieder diejenige Wirkung als Einheit nehmen, welche in Peru gefunden wird, so bleibt der Mißstand, daß die magnetische Kraft sich fortwährend ändert, und die von Humboldt beobachtete dort längst nicht mehr zu finden ist. Würden daher einmal alle Nadeln verloren gehen, so wären alle bisherigen Untersuchungen unbrauchbar, denn es wäre der Maaßstab verloren gegangen. In analoger Weise geht es mit alten Meilenmaaßen: man findet gelegentlich in alten Schriften Distanzangaben, die auf Meilen reducirt sind, deren Länge wir entweder gar nicht oder nur ungenau kennen, und darum können wir auch von den Zahlen selbst keinen Gebrauch machen. Darum ist es auch nothwendig, eine Einheit aufzusuchen, die man wieder auffinden könnte, wenn man auch längere Zeit nicht mehr beobachten würde, und diese Einheit ist die absolute im Gegensatze zu der (wie die Humboldt'sche) willkürlich angenommenen relativen. Auch diese hat (in der nämlichen Abhandlung) Gauß gefunden.

Man beurtheilt die Größe einer Kraft aus der Wirkung, die sie hervorbringt, und wenn die Kraft eine Bewegung eines Körpers verursacht, so muß die Kraft um so größer sein, je bedeutender die Masse des bewegten Körpers und je größer die Geschwindigkeit ist, die derselbe in gegebener Zeit erlangt. Gauß berechnete nun aus den Schwingungen der Magnetnadel die Kraft, welche nothwendig ist, diesen Effect hervorzubringen, und setzte als Einheit des Magnetismus diejenige fest, welche im Stande ist, einem 1 Milligramm schweren Körper nach einer Einwirkung von einer Secunde eine Geschwindigkeit von 1 Millimeter zu geben. Solange man nun weiß, was ein Milligramm und ein Millimeter sind, kennt man auch die Größe der Kraft, die Gauß als Einheit setzte.

Hansteen hat, wie bereits S. 266 gezeigt, beobachtet, daß die Erscheinungen des Erdmagnetismus sich mit einiger Genauigkeit durch die Annahme erklären lassen, daß die Erde so wirke, als ob in ihrem Innern 2 im Laufe der Jahrhunderte kreisende Magnete wären. Mit dieser Theorie ließen sich die fortwährenden periodischen Schwankungen, die man nach und nach besser kennen lernte, nicht gut erklären, denn sie reichte nur für die seculären Aenderungen aus. Darum wurde (namentlich von Moser[1]) der Satz vertheidigt, der Sitz des Erdmagnetismus sei nicht im Innern, sondern an der

1) Pogg. Annalen XXVIII. 1833 und XXXIV. 1835.

Oberfläche des Planeten. Es wurde dabei besonders darauf hingewiesen, daß aller Erfahrung nach das Innere der Erde sehr heiß sei, und daß, weil die Hitze den Magnetismus schwächt, das Erdinnere unmöglich bedeutende magnetische Kraft besitzen könne.

Diese Ansicht schließt sich namentlich sehr gut an die periodischen Aenderungen an. Untersucht man z. B. die Declination, so zeigt sich, daß bei uns ihr Nordende von Morgen bis zum Mittage von Osten nach Westen geht, und von da an sich (im Ganzen) rückwärts bewegt. Wenn Morgens die Sonne im Osten steht, so sind die östlich gelegenen Länder, die schon eine vorgerückte Tageszeit haben, wärmer als die westlichen, die noch Nacht haben. In letzteren ist darum der Magnetismus stärker, und das (bei uns dominirende, weil seinem Pole nähere) Nordende der Nadel geht westlich; von Mittag an sind die westlichen Länder wärmer und die Nadel geht wieder nach Osten zurück. Im Süden der Erde dominirt das Südende und verursacht eine analoge, aber entgegengesetzte Bewegung der Nadel. So kommt man auf einen Zusammenhang zwischen Wärme und Magnetismus.

Einen äußerst bedeutenden Einfluß auf die Thätigkeit zur Erforschung des Erdmagnetismus hatte die obenerwähnte Beobachtung Humboldt's und Reich's von der Analogie der Bewegung zweier an entfernten Stationen befindlichen Nadeln. Es möge mir gestattet sein, hier einige Sätze zu wiederholen, welche Gauß, einer der größten Mathematiker unsers Jahrhunderts und selbst einer der ersten Förderer der Lehre vom Erdmagnetismus, ausgesprochen hat.[1] Nachdem er angeführt, daß Arago in Paris Störungen im Gange der Magnetnadel an denselben Tagen wahrgenommen, an denen anderwärts Nordlichter beobachtet worden waren, sagt er: „Die Unregelmäßigkeiten in den Aeußerungen des Erdmagnetismus, deren häufiges Vorkommen besonders auch Herr v. Humboldt bei seinen zahlreichen Beobachtungen der täglichen und stündlichen Bewegungen der Magnetnadel wahrgenommen hatte, erhielten hiedurch ein eigenthümliches Interesse. Wenn gleich jene Bemerkungen durchaus nicht dazu berechtigten, alle unregelmäßigen Bewegungen als gleichzeitig mit Nordlichtern zu betrachten, und die Möglichkeit noch nicht ausschlossen, daß viele, vielleicht die meisten nur von localen Ursachen herrührten, so ließ sich doch kaum verkennen, daß nicht selten große und fernhin wirkende Naturkräfte dabei im Spiel sind, deren Kenntniß, wenn auch noch nicht in Beziehung auf ihre Quelle, sondern zu-

1) Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1836. Einleitung.

nächſt nur in Beziehung auf die Verhältniſſe ihrer Wirkſamkeit und Verbreitung einen würdigen Gegenſtand der Naturforſchung darbietet. Obenhin und auf gut Glück gemachte Wahrnehmungen können uns dieſem Ziele nicht näher bringen: um es zu erreichen, müſſen viele ſolche Erſcheinungen im genauen Detail an vielen Orten gleichzeitig verfolgt und nach Größe und Zeit ſcharf gemeſſen werden. Dazu ſind aber vorgängige beſtimmte Verabredungen zwiſchen ſolchen Beobachtern, denen angemeſſene Hülfsmittel zu Gebote ſtehen, weſentlich nothwendig. Der berühmte Naturforſcher, dem unſre Kenntniß des Erdmagnetismus ſo viele Bereicherung verdankt (Humboldt) hat auch hier zuerſt Bahn gebrochen. In Göttingen wurden die Terminbeobachtungen zum erſtenmal am 20. und 21. März 1834 vollſtändig angeſtellt, wozu correſpondirende blos aus Berlin bekannt geworden ſind: aber in Göttingen war von 10 zu 10 Minuten, in Berlin nur von Stunde zu Stunde beobachtet. Gleichwohl zeigten dieſe Berliner Aufzeichnungen mehrere ziemlich beträchtliche Bewegungen, die man in den Göttinger Beobachtungen wiederfand, während dieſe letzteren in den Zwiſchenzeiten eine große Menge anderer Bewegungen zu erkennen gaben, welche natürlich in Berlin ganz ausfallen mußten. Die Frage, ob ein kleinerer oder größerer Theil der in Göttingen wahrgenommenen Schwankungen blos local geweſen ſei, blieb daher noch ohne Entſcheidung. Allein ſchon der nächſte Termin am 4. und 5. Mai führte eine ſolche Entſcheidung herbei. Die Zwiſchenzeiten wurden noch enger genommen, nämlich von 5 zu 5 Minuten, wodurch die Reſultate noch bedeutend ſchärfer ausgeprägt erſchienen. Herr Sartorius, der an den Beobachtungen vom Märztermine in Göttingen thätigen Antheil genommen, und ſich für eine mehrjährige nach Italien zu unternehmende Reiſe mit einem dem Götting'ſchen ganz ähnlichen, nur in kleineren Dimenſionen gearbeiteten Apparate verſehen hatte, beobachtete mit dieſem ſorgfältig und vollſtändig in engen Zwiſchenräumen den Maitermin in Waltershauſen (in Bayern, etwa 20 Meilen von Göttingen entfernt). Hier zeigte ſich nun eine wirklich überraſchend große Uebereinſtimmung nicht nur in der größeren, ſondern auch faſt in ſämmtlichen kleineren in kurzen Zeitfriſten wechſelnden Schwankungen, ſo daß in der That gar nichts übrig blieb, was man localen Urſachen beizumeſſen befugt geweſen wäre."

Um die kleineren Schwankungen des Magnetes an den verſchiedenen Beobachtungsſtationen vergleichen zu können, wurde beſchloſſen, allenthalben von 5 zu 5 Minuten zu beobachten, dafür aber die Dauer und Zahl der Termine zu beſchränken. Die Dauer wurde auf 24 Stunden feſtgeſetzt, als Termine die Zeit vom letzten Sonnabend des Januar, März, Mai, Juli,

September und November Mittags (Göttinger mittlerer Zeit) bis zum darauffolgenden Sonntag Mittags bestimmt. Auf dieser Grundlage constituirte sich der magnetische Verein und bereits 1836 konnte Gauß als Stationen desselben angeben: Altona, Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Breda, Breslau, Cassel, Copenhagen, Dublin, Freiberg, Göttingen, Greenwich, Halle, Kasan, Krakau, Leipzig, Mailand, Marburg, München, Neapel, Petersburg und Upsala. Alle diese Orte sind in Europa gelegen, und es handelte sich darum, auch außereuropäische Stationen zu bekommen. Hier war es vorzugsweise Humboldt, dessen einflußreiches Wort die Regierungen Rußlands, Englands und der Vereinigten Staaten dazu bewog, allenthalben magnetische Observatorien zu gründen, und bald wurde an den entlegensten Punkten der Erde dem Gange der Magnetnadel nachgespürt. Welch große Bedeutung hiebei Humboldt beigelegt wurde, geht schon daraus hervor, daß, wie man sich leicht aus dem Inhalte der Poggendorff'schen Annalen überzeugen kann, ein großer Theil der Beobachtungsresultate zuerst brieflich ihm mitgetheilt wurde, so daß wir in ihm einen Brennpunkt sehen, in dem die in den verschiedensten Theilen der Erdoberfläche gemachten Erfahrungen sich sammelten.

Durch diese vereinten Bestrebungen ist die Wissenschaft gegenwärtig in den Besitz einer außerordentlichen Menge von Erfahrungen gesetzt, und man kennt jetzt die magnetischen Zustände unsrer Erde mit einem bedeutenden Grade von Genauigkeit; doch ist man trotz alle dem noch weit entfernt, zu wissen, woher diese Wirkungen stammen, warum das alles so sein müsse. Man kennt das Wesen des Magnetismus noch nicht, man weiß bisher nur die Art, wie er sich äußert.

Es besteht ein inniger Zusammenhang zwischen Magnetismus und namentlich Licht, Wärme und Elektricität, und die neueren Forschungen lehren von Tag zu Tag mehr Berührungspunkte derselben erkennen. In jedem Augenblicke geht auf unsrer Erde eine Anzahl elektrischer Processe vor sich, findet eine unendliche Menge von Wärmedifferenzen und Temperaturveränderungen statt. Mit den verschiedensten dieser Umstände kann ein magnetischer Vorgang verknüpft sein, und dieses wird um so wahrscheinlicher, da man gefunden hat, daß nicht allein das Eisen, sondern (bei Anwendung sehr starker Magnete) auch die übrigen Stoffe unter dem Einflusse des Magnetismus stehen. Bedenkt man nun, daß bei der vielfachen Complication der Erscheinungen ein Losschälen dessen, was dem Magnetismus eigenthümlich ist, äußerst schwierig werden muß, daß ferner sich aus der großen Strecke, über die eine magnetische Erscheinung sich verbreitet, geschlossen wer-

den muß, der Erdmagnetismus sei das Gesammtresultat einer Menge von Vorgängen, die innerhalb eines großen Raumes, wo nicht der ganzen Erde, vor sich gehen: so ist es wohl nicht zu verwundern, daß man zur Zeit nicht im Stande ist, eine allen Ansprüchen genügende Theorie des Erdmagnetismus zu geben. Die Männer der Wissenschaft müssen sich zunächst darauf beschränken, durch genaue Feststellung der Thatsachen eine solche Theorie vorzubereiten und hierin war in den vergangenen sechzig Jahren, wie ich im Vorstehenden gezeigt zu haben glaube, Alexander von Humboldt einer der verdienstvollsten Gelehrten.

Die Zahlzeichen.

In der in Crelle's Journal für Mathematik enthaltenen Abhandlung Humboldt's: Ueber die bei den verschiedenen Völkern üblichen Systeme von Zahlzeichen und über den Ursprung des Stellenwerthes in den indischen Zahlen, erwähnt der Verfasser, daß er über diesen Gegenstand schon im Jahre 1819 in der Académie des inscriptions et belles-lettres einen Vortrag gehalten habe, der jedoch nur in einem sehr kurzen Abdruck veröffentlicht worden sei, er habe dann seine Arbeit vervollständigt und publicire nunmehr deren Hauptresultate, da er nicht hoffen dürfe, Muße genug zu finden, sie in ihrer ganzen Ausdehnung herauszugeben.

Hat man sich daran gewöhnt, irgend ein Zeichen als den Repräsentanten irgend einer gewissen Menge von Einheiten zu betrachten, so wird selbst ein wenig ausgedehnter Gebrauch desselben nachweisen, daß man mit einem einzigen Zeichen nicht ausreicht; man muß deren mehrere nehmen. Die Anzahl der üblichen Zeichen kann nur eine beschränkte sein, wenn sie überhaupt eine praktische Anwendung haben soll, und weil man daher nie so viele anwenden kann, als verschiedene Zahlen denkbar sind, so muß irgend eine Gruppirungsmethode erdacht werden, um mit Hülfe derselben auch solche Mengen von Einheiten ausdrücken zu können, für die besondere Zeichen nicht vorhanden sind. Wir haben hier denselben Fall, wie bei der Verbindung von Hieroglyphen oder Buchstaben zu Wörtern und Sätzen, von welcher bereits oben (S. 307 u. ff.) gesprochen wurde.

Untersuchungen über die Zahlensysteme können zwei verschiedene Richtungen verfolgen: sie können sich mit den Formen der angewandten Fundamentalzeichen beschäftigen, wie man die verschiedenen Alphabete vergleichen kann, sie können aber auch ihr Augenmerk auf die Art der Gruppirung bezie-

und dieſer letztere Punkt iſt es zunächſt, den Humboldt unabhängig von dem Ausſehen der einzelnen Zeichen verfolgte.

Das Uebergehen von einer Einheit auf die nächſt höhere oder das Zählen hat ſämmtliche Völker zur Auffuchung gewiſſer Ruhepunkte geführt, indem ſie je eine beſtimmte Anzahl von Einheiten in Gruppen zuſammenfaßten, und von der Menge dieſer Gruppen auf die Bedeutung größerer Mengen von Einheiten ſchloſſen. Hier macht Humboldt darauf aufmerkſam, daß allenthalben die Zahl der Finger und Zehen als natürliche Ruhepunkte benutzt wurden; aber die einen Völker hielten ſtille, wenn die Zahl der Finger einer Hand erſchöpft war, machten alſo Gruppen von 5, andere verwendeten beide Hände, hatten alſo 10, und noch andere zogen auch die Füße herbei und machten ſomit Gruppen von 20. Dieſe letztere Art war die herrſchende im neuen Continent; die Muyscas zählten bis 10 und das Zahlwort 10 war gleichlautend mit Fuß, worauf Fuß eins, Fuß zwei kam und 20 war ein Häuschen. Auch bei den Basken und den kymriſchen (galiſchen) Stämmen des alten Continents, ſowie bei den Mandingas in Afrika kommt dieſes vor. Humboldt leitet das franzöſiſche quatre-vingt davon ab und erzählt, daß er in der weſtlichen Bretagne noch die Zählungsweiſe zweimal- und dreimalzwanzig gefunden habe, die im Franzöſiſchen nicht üblich iſt. Die Römer gingen nach 5 und nach 10, hatten daher außer I beſondere Zeichen für 10, 10mal 10 und 10mal 10mal 10, dann für 5, 5mal 10 und 5mal 10mal 10. Im Aztekiſchen dagegen gibt es ein Zeichen für 20, eine Fahne, für 20mal 20 eine Feder (mit Goldkörnern gefüllt, in einigen Provinzen als Münze benutzt), und für 20mal 20mal 20 ein Säckchen (mit 8000 Cacaobohnen gefüllt, ebenfalls im Tauſchhandel vorkommend) und außerdem durch Eintheilung der Fahne in 4 Fächer, die zum Theil colorirt ſind, halb-, viertel- oder dreiviertelmal 20.

„Wenden wir," ſagt Humboldt, „unſern Blick auf den Urſprung der Zahlen, ſo finden wir, daß in aufgehäuften Steinchen oder auf den mit Kugeln bedeckten Schnüren der Rechenbretter, Zahlen mit großer Regelmäßigkeit tranſitoriſch geſchrieben und geleſen wurden. Die Eindrücke, welche dieſe Operationen hinterließen, haben überall auf die früheſte Zahlengraphik eingewirkt. In den hiſtoriſchen, rituellen und negromantiſchen Hieroglyphen der Mexicaner, die ich bekannt gemacht, werden die Einheiten bis 19 (das erſte einfache Gruppenzeichen iſt 20) als große, runde, farbige Körner nebeneinander geſtellt, und was ſehr merkwürdig iſt, die Rechnung geht von der Rechten zur Linken, wie die ſemitiſche Schrift. Man bemerkt dieſe Folge deutlichſt bei 12, 15, 17, wo die erſte Reihe 10 enthält, und die zweite

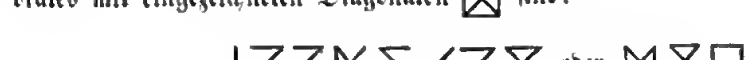
nicht ganz ausgefüllt ist. In den ältesten hellenischen Monumenten, in den Tuskischen Sepulcralinschriften, bei den Römern und Aegyptern sind die Einheiten durch senkrechte Linien bezeichnet. Diese Punkte und Striche, 9 oder 19 an der Zahl, in der denaren oder Vicesimalscala des alten und neuen Continents sind die rohesten aller Bezeichnungen im Systeme der Juxtaposition. Man zählt dann die Einheiten mehr als man sie liest. Das Fürsichbestehen, gleichsam die Individualität einzelner Gruppen von Einheiten als Zeichen, fängt erst an in den Buchstabenzahlen der semitischen und hellenischen Stämme oder bei den Tübetanern und Indern, die durch einzelne ideographische Zeichen 1, 2, 3, 4 ausdrücken. Im altpersischen Pehlwi zeigt sich ein merkwürdiger Uebergang von der rohen Juxtaposition von Einheitszeichen zur isolirten Existenz zusammengesetzter ideographischer Hieroglyphen. Der Ursprung der ersten 9 Ziffern durch Zahl der Einschnitte oder Zähne liegt hier vor Augen; 5—9 sind sogar bloße Verschlingungen der Zeichen 2, 3 und 4, ohne Wiederkehren des Zeichens von 2. In den nicht indischen Systemen des Devanagari, persischen und arabisch-europäischen Ziffern sind nur in 2 und 3 Contractionen von 2 und 3 Einheiten zu erkennen; gewiß nicht in den höhern Ziffern, welche in der indischen Halbinsel auf die sonderbarste Weise von einander abweichen.“[1]

Zur Verbindung der einzelnen Gruppenzeichen befolgten die verschiedenen Völker verschiedene Systeme. Humboldt[2] zählt nachstehende auf:

1) Juxtaposition; blos additiv bei Buchstabenzahlen und eigentlichen Ziffern. So Tusken, Römer, Griechen bis zu der Myriade, semitische Stämme, Mexicaner und der größte Theil der Pehlwiziffern.

2) Vervielfachung und Verminderung des Werthes durch darüber oder darunter gesetzte Zeichen. Nach dieser Methode bedeutete bei den Griechen ein Strich unter dem Zahlzeichen dieselbe Zahl mit 1000 multiplicirt, z. B. $\gamma_{,} = 3000$, $\delta_{,} = 4000$, ein senkrechter Strich oben gab einen Bruch an, dessen Zähler die Einheit, dessen Nenner die notirte Zahl war, z. B. $\gamma' = 1/3$, $\delta' = 1/4$; war der Zähler von 1 verschieden, so schrieb man den Nenner

1) Mein Freund, Herr Professer Foltz hat mich darauf aufmerksam gemacht, daß unsre Ziffern, namentlich wenn man ihre Gestalt auf alten Inschriften vergleicht, viele Aehnlichkeit haben mit folgenden Zeichen, welche Theile eines Quadrates mit eingezeichneten Diagonalen ⊠ sind:



2) A. a. O. 221 ff.

wie einen Exponenten an, z. B. $\gamma^{\delta} = {}^{3}/_{4}$.[1] Bei den Chineſen bedeuten horizontale Striche oben einen Factor, mit dem die bezeichnete Zahl zu multipliciren, horizontale Striche unten bedeuten zu addirende Größen. Stellt z. B. χ 10 vor, ſo iſt $\overline{\chi} = 20$, $\underline{\chi}$ 12.

3) Vervielfachung des Werthes durch Coëfficienten. Dieſe Methode iſt eine Anwendung des eben erwähnten, von den Chineſen in verticaler Richtung angewandten Principes in einer horizontalen Reihe, welche bei den Griechen, Armeniern und den tamuliſch redenden Bewohnern des ſüdlichen Oſtindien benutzt wurde. So βMv 20000 und $\alpha Mv\beta$ 10002.

4) Vervielfältigung und Verminderung aufſteigend und abſteigend, durch Abtheilung von Zahlſchichten, deren Werth ſich in geometriſcher Progreſſion vermindert. Außer der Anwendung dieſes Syſtems bei Apollonius und Archimedes führt hier Humboldt eine auch bei uns noch übliche Bezeichnungsweiſe der alexandriniſchen Aſtronomen an. Sie hatten Schichten, in denen dieſelben Zahlen abwechſelnd die Werthe von 1, $\frac{1}{60}$, $\frac{1}{60.60}$ und $\frac{1}{60.60.60}$ erhielten. Ptolemäus betrachtete den 360. Theil des Kreisumfanges, den Grad als Ganzes, der 60. Theil des Grades, die Minute, erhielt das griechiſche Bruchzeichen, einen Strich (′), die Secunde, als Bruchtheil des Bruches, bekam 2 Striche (″) und die Tertie 3 (‴); die Ganzen oder Grade haben ſpäter das Zeichen (°) bekommen, das bei Ptolemäus und Theon noch fehlt.

Von dieſen Methoden unterſcheidet ſich unſer ſogenanntes indiſches Syſtem dadurch, daß es keine Gruppenzeichen kennt, ſondern die Gruppen durch die Stelle angibt, die es den einzelnen Zeichen anweiſt. Wir gruppiren die Einheitenmenge, die wir angeben wollen, nach Potenzen von 10 und geben durch Ziffern an, wie oft die eine oder die andere Gruppe 10, 100, 1000... genommen werden müſſe. Welche Gruppe wir meinen, dafür nehmen wir kein eigenes Gruppenzeichen, wie etwa die Griechen in βMv 20000, wo β Zahlzeichen, Mv Gruppenzeichen iſt, ſondern geben die gemeinte Gruppe einfach durch die dem Zahlzeichen angewieſene Stelle an.

---

1) Dieſe Benutzung der Striche iſt die des Diophantus. Humboldt ſagt hiezu in einer Anmerkung: „Der Strich, der zu den Buchſtaben oben hinzugefügt wird, blos um anzuzeigen, daß ſie als Zahlen gebraucht werden, muß nicht mit dem Fractionszeichen verwechſelt werden. Auch iſt derſelbe in den älteren mathematiſchen Handſchriften eigentlich nie ſenkrecht, ſondern horizontal, und daher mit dem Fractionszeichen nie zu verwechſeln.

„In der einfachen Herzählung der verſchiedenen Methoden," ſagt Humboldt[1], „welche Völker, denen die indiſche Poſitionsarithmetik unbekannt war, angewandt haben, um die Multipla der Fundamentalgruppen auszudrücken, liegt, glaube ich, die Erklärung von der allmäligen Entſtehung des indiſchen Syſtems. Wenn man 3568 perpendiculär und horizontal durch Indicatoren ſchreibt $\overset{3}{M}\overset{5}{C}\overset{6}{X}\overset{8}{I}$, ſo erkennt man leicht, daß die Gruppenzeichen M, C.. weggelaſſen werden können. Unſre indiſchen Zahlen ſind aber nichts anderes als die Multiplicatoren der verſchiedenen Gruppen. An dieſe alleinige Bezeichnung durch Einheiten (Multiplicatoren) erinnert ohnedieß der Suanpan mit ſeinen aufeinanderfolgenden Schnüren der Tauſende, Hunderte, Zehner und Einheiten. Dieſe Schnüre zeigten in dem gegebenen Falle 3, 5, 6 und 8 Kugeln. Hier iſt kein Gruppenzeichen ſichtbar. Die Gruppenzeichen ſind die Stellen ſelbſt, und dieſe Stellen (Schnüre) ſind mit den Einheiten (Multiplicatoren) gefüllt. Auf beiden Wegen, der figurativen (ſchreibenden) und palpabeln (betaſtenden) Arithmetik gelangt man alſo zur indiſchen Poſition. Iſt die Schnur leer, die Schicht im Schreiben offen, fehlt eine Gruppe (ein Glied der Progreſſion), ſo wird die Leere graphiſch durch den Hieroglyphen des Leeren, einen unausgefüllten Kreis: Sunya, Sifron, Tzüphra ausgefüllt."

Ob das einfache indiſche Poſitionsſyſtem ſeinen Weg in die Abendländer durch den Aufenthalt des gelehrten Aſtronomen Rihan Muhammed ebn Achmet Albiruni in Indien, wie Sedillot glaubt, oder durch mauriſche Zollbeamte an der nordafrikaniſchen Küſte und den Verkehr der italiäniſchen Kaufleute mit dieſen Zollbeamten gefunden habe, läßt Humboldt unentſchieden. Für eben ſo ungewiß hält er es, ob das Poſitionsſyſtem trotz des Alters der indiſchen Cultur ſchon zur Zeit des macedoniſchen Feldzugs dort bekannt war, da Alexander der Große nicht bis zu den cultivirteren Völkern Indiens vordrang, was erſt bei Seleucus Nicator der Fall war, der bis zum Ganges kam. Da noch dazu in Indien neben dem Poſitionsſyſteme noch andere üblich waren, wie z. B. das tamuliſche, welches den Stellenwerth nicht kannte, ſo hält er es nicht für unmöglich, daß Alexander und ſeine Nachkommen bei ihrem temporären Vordringen nicht mit Nationen in Contact kamen, bei welchen die Poſitionsmethode ausſchließlich vorherrſchte.

1) A. a. O. 226.

Schluſs.

Am Eingange der vorſtehenden drei Abſchnitte, in welche ich das Leben Alexander's v. Humboldt theilen zu müſſen glaubte, habe ich eine Charakteriſtik gegeben, welche die Unterſcheidungsmerkmale der drei Epochen in Kürze angibt. Mit den zunehmenden Lebensjahren Humboldt's ſehen wir ein wachſendes Beſtreben, den reichen Schatz von Erfahrungen, in deſſen Beſitze wir ihn finden, zu ordnen und die ſcheinbar iſolirt ſtehenden Thatſachen zu vereinen, ein Beſtreben, deſſen Höhenpunkt wir im Kosmos finden.

Vergleicht man die einzelnen Abſchnitte mit einander, ſo findet man, daß der erſte von den folgenden ſich weit mehr unterſcheidet, als dieſe beiden unter ſich und es ließe ſich nicht ohne innere Begründung der Satz durchführen, daß er ſich zu ihnen etwa ſo verhalte, wie das Vorſpiel eines Dramas zu deſſen Acten.

Im erſten Abſchnitte ſehen wir in Humboldt den talentvollen und eifrigen Jünger der Wiſſenſchaft, der durch glückliche Verhältniſſe begünſtigt ſchon früh den Umgang der berühmteſten Männer ſeiner Zeit genießt. Die Anregung, welche dieſe Gelehrten, die Vertreter der verſchiedenſten Fächer auf ihn ausübten, zeigt ſich wie im Spiegelbilde in den Arbeiten ſeiner Jünglingsjahre, denn Abhandlungen über Geologie und Meteorologie, beſchreibende Botanik und Anatomie, Pflanzen- und Thierphyſiologie, Phyſik und Chemie kommen im bunteſten Wechſel darin vor.

Bekanntlich haben die jungen Leute an den Gymnaſien, und wie dieſe Bildungsanſtalten alle heißen mögen, eine Reihe von Gegenſtänden zu erlernen, deren Kenntniß ihnen im praktiſchen Leben von manchfachem Nutzen ſein kann, die aber doch mit den eigentlichen Fachwiſſenſchaften in einem etwas loſen Zuſammenhange ſtehen. Etwas Aehnliches ſehen wir bei Humboldt, aber während ein Anderer froh iſt, ſeine Examina hinter ſich zu haben, und ſich nun friſch daran macht, von dem Erlernten möglichſt viel in möglichſt kurzer Zeit zu vergeſſen, ſehen wir bei Humboldt auch in ſeinen ſpäteren Jahren noch die Nachklänge ſeines früheren Studiums. So bilden die Abhandlungen über die elektriſchen Fiſche eigentlich eine Fortſetzung der

Unterſuchungen über die Reizbarkeit der Muskel- und Nervenfaſer. Man verliert die Kenntniß irgend eines erlernten Gegenſtandes um ſo leichter, je geringer der Schaden des Verluſtes iſt, man vergißt ihn um ſo früher, je geringer die Meiſterſchaft war, die man ſich erworben hatte.

Von den drei für einen bemerkenswerthen Fortſchritt weſentlichen Factoren, der Faſſungsgabe, dem Gedächtniſſe und dem Fleiße, ſoll Humboldt in ſeinen Knabenjahren, in denen er körperlich viel zu leiden hatte, des erſteren nicht allzuviel gehabt haben [1], doch trat in dieſer Beziehung bei Zeiten eine vortheilhafte Aenderung ein, während der zweite, das Vermögen ſich an einzelne Thatſachen zur rechten Zeit zu erinnern, ihm wenigſtens von dem Beginne ſeiner wiſſenſchaftlichen Thätigkeit an in hohem Grade eigen war. Daß er einen außerordentlichen Fleiß gehabt haben müſſe, geht ſchon aus ſeinen erſten Schriften hervor, wenn man die große Menge der verſchiedenen Werke berückſichtigt, die darin citirt ſind, und mit denen er ſich doch vertraut gemacht haben muß. Bald, namentlich in den Verſuchen über die gereizte Muskel- und Nervenfaſer gut bemerkbar, geſellte ſich noch ein weiteres Moment zu den drei genannten, nämlich der perſönliche Umgang mit den größten Männern ſeiner Zeit, deren befruchtende Ideen in dem für alles Erhabene begeiſterten jungen Manne die ſchönſten Keime entwickeln halfen.

Humboldt mag wohl mit Privatprüfungen wenig zu thun gehabt haben; dafür machte er in ſeinen erſten Werken öffentliche Examina, in denen er das Erlernte mit ſeinen neuen Forſchungen vereinigte. Die Gelehrten, mit denen er umging, gehörten den verſchiedenſten Zweigen der Wiſſenſchaft an, und er, faſt gleich von Allen angeregt, verſuchte ſich im Fache eines jeden. Nur auf dieſe Weiſe läßt es ſich erklären, wie Humboldt noch ehe er 30 Jahre alt war, ſo ganz heterogene Gegenſtände bearbeiten konnte. Selbſt in der gegenwärtigen Zeit, in der doch ſo manche Lücke ausgefüllt iſt, die vor 60 Jahren noch die einzelnen Fächer trennte, und in der dieſe Zweige einander wenigſtens viel näher gebracht ſind, als ſie es damals waren, erſcheinen manche der Gegenſtände, die Humboldt bearbeitete, als vollkommen von einander unabhängig, wie z. B. die ſyſtematiſche Botanik, die in der Flora Fribergensis, und die Phyſiologie der Thiere, die in den Verſuchen über die gereizte Muskelfaſer vertreten iſt.

Bis zur Reiſe nach Amerika finden wir bei Humboldt eine Art von Gleichberechtigung aller Zweige wenigſtens der Naturwiſſenſchaften; von einem eigentlichen Fache iſt hier nicht die Rede, wohl aber iſt dieſes der Fall

1) Klenke, Alexander v. Humboldt, 2. Aufl. 19.

von dem Antritte der Reiſe an, denn nun ſehen wir alsbald die phyſiſche Erdbeſchreibung im Vordergrunde, und dieſe können wir als das eigentliche Fach Humboldt's, das er als ſeinen Lebensberuf erwählte, betrachten. Die Arbeiten Humboldt's aus dem erſten Abſchnitte verhalten ſich daher zu denen der folgenden etwa ſo wie die Früchte der Studienjahre zu denen der Praxis.

Doch was iſt die phyſiſche Erdbeſchreibung? Durch einfache ſinnliche Wahrnehmung wird uns Kunde von einer großen Anzahl von Thatſachen, die in der Welt rings um uns vor ſich gehen und deren einfache Notirung uns zunächſt obliegen wird. Bereits oben (S. 5) habe ich angedeutet, daß mit der einfachen Conſtatirung der Thatſachen noch nicht Alles geſchehen ſei, ſondern daß man noch den Zuſammenhang der einzelnen Erſcheinungen unter ſich aufzuſuchen habe. Dieſen zweiten Theil der Arbeit wollen wir nun wieder in zwei verſchiedene Aufgaben ſondern. Genauere Unterſuchung und Vergleichung zeigt, daß alle Erſcheinungen einer beſtimmten Ordnung unterliegen und es ergibt ſich daher die Nothwendigkeit, dieſe zu ſuchen und feſtzuſetzen, wie eine Aenderung in den Nebenumſtänden einen Wechſel in der beobachteten Erſcheinung ſelbſt hervorbringt. Iſt dieſes geſchehen, ſo bleibt als letzte Arbeit das Aufſuchen der Urſache, warum dieſes oder jenes ſo und nicht anders geſchehen könne.

Die Objecte ſinnlicher Wahrnehmung ſind nicht allenthalben auf der Erde dieſelben, denn wenn z. B. an der einen Stelle das Auge, ſo weit es reicht, nichts als eine einförmige Ebene wahrzunehmen vermag, wird es an einem andern Orte durch die kühnen Formen hoch in die Luft ſich erhebender Berge überraſcht, oder der vorher feſte Boden macht den beweglichen Wogen des weiten Oceans Platz. An dem einen Orte der Erde fühlen wir eine unerträgliche Hitze, während wir an dem andern Alles aufbieten müſſen, um durch künſtliche Mittel unſre Glieder vor dem Erſtarren zu ſchützen. Gleiche Verſchiedenheit beobachten wir in der Vertheilung der organiſchen Geſchöpfe u. ſ. w., und indem wir die Charaktere der einzelnen Punkte der Erde in jeder dieſer Beziehungen feſtſtellen, beſchäftigen wir uns mit einem Zweige der phyſiſchen Erdbeſchreibung, die uns die Aenderungen lehrt, welche unſre ſinnlichen Wahrnehmungen erfahren, wenn wir von dem einen Orte der Erde zum anderen gehen.

Alles, was in der Welt vorgeht, iſt gewiſſen unabänderlichen Normen, Geſetzen unterworfen. Laſſen wir einen Körper im luftleeren Raume fallen, ſo verhalten ſich die in gleichen auf einander folgenden Zeiten zurückgelegten Strecken wie die Zahlen 1, 3, 5 u. ſ. w. Macht der Körper in der erſten

Secunde den Weg 1, ſo wird er in der zweiten einen dreimal, in der dritten einen fünfmal ſo großen zurücklegen. Die Wirkung, die ein Pol eines Magnetſtabes auf einen Pol eines andern ausübt, nimmt (ſei ſie anziehend oder abſtoßend) ab, wie das Quadrat der Entfernung wächſt, ſie beträgt daher in der Entfernung 2 den vierten, in der Entfernung 3 den neunten Theil deſſen, was ſie in der Entfernung 1 zeigte.

Die Ergründung der vorſtehenden Normen ſind Aufgaben aus der Phyſik. Die ſo gefundenen Geſetze ſind allgemein gültig für die ganze Erde; aber neben ihnen gibt es noch etwas Anderes. Wenn auch die Zunahme der Fallräume (wenn man die dem Erdſchwerpunkte zunächſt liegenden Stellen etwa ausnimmt) überall demſelben Geſetze gehorcht, ſo iſt dafür der Raum, der in der erſten Secunde zurückgelegt wird, in den einzelnen Breiten verſchieden. Ebenſo iſt zwar die erwähnte Einwirkung der Magnetpole auf einander überall zu beobachten, aber die Magnetnadel wird, wenn ſie ſich frei nach allen Richtungen wenden kann, an irgend einem Orte der Erde eine beſtimmte Stellung auswählen; ſie wird eine gewiſſe Declination und Inclination zeigen. Beides ändert ſich im Allgemeinen, wenn man einen andern Beobachtungsort wählt, dieſe Aenderung wird in irgend einer Norm vor ſich gehen, und das Aufſuchen dieſer Norm iſt eine Aufgabe der phyſiſchen Erdbeſchreibung.

Analog dem vorhergehenden Beiſpiele läßt ſich der Zuſammenhang und der Unterſchied, alſo das Verhältniß der übrigen Zweige der Naturwiſſenſchaften zur phyſiſchen Erdbeſchreibung durchführen und *letztere ſucht daher die Normen auf, nach denen die Erſcheinungen der Natur an den verſchiedenen Punkten der Erde wechſeln.* Was allenthalben auf der Erde daſſelbe bleibt, gehört der Phyſik, Mineralogie u. ſ. f. an, was aber an den verſchiedenen Punkten ſich ändert, gehört zur phyſiſchen Erdbeſchreibung.

Hieraus erhellt, daß die phyſiſche Erdbeſchreibung von den übrigen Zweigen der Naturwiſſenſchaften weſentlich verſchieden iſt; aber nichtsdeſtoweniger beruht ſie darauf, denn wie will man die Unterſchiede zwiſchen der Flora des einen Landes und der des andern feſtſtellen, ohne, was die Botanik verlangt, die einzelne zu kennen? Würde jemand die Aenderungen der magnetiſchen Erſcheinungen in den einzelnen Gegenden der Erde unterſuchen wollen, ohne die Geſetze zu kennen, denen die Magnetnadel überall gehorcht, wie z. B. die Beziehungen zu in der Nähe befindlichem Eiſen oder Stahl, das Verhalten zu elektriſchen Strömen oder zur Wärme, ſo würde er ſchon rückſichtlich der Behandlung ſeiner Inſtrumente in tauſend Irrthümer verfallen.

Wer alſo die geſammte phyſiſche Erdbeſchreibung fördern will, muß gleichzeitig Phyſiker, Botaniker, Geologe u. ſ. w. ſein, und das finden wir bei Humboldt. Er hat dasjenige naturwiſſenſchaftliche Fach erwählt, welches die meiſten Vorkenntniſſe erfordert, ſoviel nämlich, als alle andern zuſammen.

Wenn ich eben geſagt habe: die geſammte phyſiſche Erdbeſchreibung — ſo iſt dieſes abſichtlich geſchehen, denn einen Theil derſelben bedarf der Forſcher jedes einzelnen Faches. Jede Pflanze gebraucht zu ihrem Gedeihen gewiſſe äußere Einflüſſe; ſie kann nicht leben, wenn man ihr das Waſſer, das Licht, eine beſtimmte Menge von Wärme u. ſ. w. entzieht. Verfolgen wir nun aufmerkſamen Blickes die Reihenfolge der Erſcheinungen, etwa bei einer Pflanze, ſo wird deren Samen ſich in der Nähe der Mutterpflanze anſiedeln und die Folge wird ſein, daß nunmehr eine größere Fläche mit Exemplaren derſelben Art verſehen iſt. In der nächſten Generation ſetzt ſich dieſes fort und der bedeckte Boden wird immer größer; aber wenn dieſes ſo fortgeht, ſo ändert ſich bei ſteter Ausdehnung der Gränzen nach und nach der Boden, es ändert ſich die Wärme, kurz es tritt ein Wechſel in den äußern Verhältniſſen ein und die Pflanze, die am urſprünglichen Standorte im üppigſten Gedeihen war, prosperirt weniger in der neuen Heimath, ihr Gedeihen wird zuletzt zur Unmöglichkeit und ſie hört auf. Darum hat jedes Gewächs nur einen beſtimmten Bezirk oder gewiſſe Localitäten, an denen es fortkommen kann. Da wo eine Pflanze iſt, kann keine andere ſein. Setzen wir mehrere derſelben neben einander hin, und überlaſſen wir ſie ſich ſelbſt, ſo werden ſie den Boden unter ſich theilen. Sagen die äußern Umſtände allen in gleicher Weiſe zu und beſitzen die Pflanzen gleiche Zähigkeit oder Lebensfähigkeit, ſo wird es ſich zunächſt darum handeln, welche Art zuerſt ein gewiſſes Stück Boden beſetzt hat, und das Terrain wird ein Durcheinander der verſchiedenen ſich das Gleichgewicht haltenden Gewächſe zeigen. Aendern ſich nun in einiger Entfernung die äußern Einflüſſe, ſo werden dieſe der einen Art weniger zuſagen als der andern, und letztere bekommt nunmehr die Oberhand, um vielleicht eine Strecke weiter einer dritten Platz zu machen. So geht dieſer Wechſel über die ganze Erde hin. Es iſt nun eine rein botaniſche Aufgabe, die Eigenthümlichkeiten der Flora eines gegebenen Landſtriches anzugeben, ihre einzelnen Formen zu bezeichnen und ſie zu beſchreiben. Geht aber der Botaniker weiter und fragt: warum iſt dieſe Pflanze wohl da und nicht an jenem zweiten Orte vertreten, ſo muß er die Beantwortung ſeiner Frage von der phyſiſchen Erdbeſchreibung erwarten, die ihm ſagen wird, welche äußere Umſtände ſich geändert haben, und wir ſehen daher die Botanik abhängig von einzelnen Theilen der letzteren Wiſſenſchaft. Ich erinnere

nun an die dreifache Aufgabe, welche, wie ich oben erwähnte, der Naturforscher zu lösen hat. Während in den beiden ersten Theilen die physische Erdbeschreibung auf den einzelnen Disciplinen beruht, ist sie in der dritten das Band, das sie alle umschließt. Die physische Erdbeschreibung ist das Dach, das zwar auf den Säulen des Gebäudes ruht, aber sie auch zugleich verbindet, sie ist aus diesem Grunde jedem einzelnen Zweige unentbehrlich, und darauf beruht der wohlthätige Einfluß, den ihr Meister Humboldt auf die gesammten Naturwissenschaften ausübte, denn mit der Gesammtheit aller Zweige der Naturwissenschaften bekannt wie kein Zweiter, wußte er am besten die Verbindungsglieder derselben aufzufinden.

Welchen Nutzen die Vergleichung der auf der ganzen Erde vorkommenden Erscheinungen, die zunächst Aufgabe der physischen Erdbeschreibung ist, biete, zeigt ganz deutlich die Geschichte der Geologie. Das eigenthümliche Auftreten der Basalte in Deutschland war die Ursache, daß man dieselben lange Zeit für Gebilde des Wassers hielt, und erst die Vergleichung mit den Basalten der Auvergne brachte diese Theorie zum Wanken; es trat die vulcanistische an die Reihe, die ihrerseits wieder durch Humboldt's Beobachtungen in Südamerika ausgebildet wurde. Wie weit wären wir noch zurück in der Ableitung der Gesetze der Meteorologie, wenn nicht die Beobachtung der Passate und der meteorologischen Phänomene der Tropen überhaupt den Schlüssel dazu gegeben hätten? Hier begegnen wir abermals Humboldt, der auf den entlegensten Punkten der Erde seine Beobachtungen angestellt hat. Aus dem Vorkommen einiger Pflanzen in Asien schloß er auf die Unmöglichkeit der großen Erhebungen, die man früher dort annahm (vergl. S. 357) und so benutzte er die Erfahrungen der Botanik zur Ausbildung der Geographie.

Verfolgt man den Gang, den eine abstracte Wissenschaft, wie etwa die Mathematik, beobachtet, um denjenigen, der sich ihrem Studium widmet, mit dem bekannt zu machen, was sie bereits errungen hat, so zeigt sich, daß unter Voraussetzung irgend eines bekannten Satzes ganze Reihen anderer abgeleitet werden können, von denen immer der nachfolgende mit dem vorausgehenden so in Zusammenhang gebracht werden kann, daß wir ihn als seine Folge betrachten dürfen. Es läßt sich das Ganze so einrichten, daß es einer Kette nicht unähnlich wird, bei der immer das eine Glied als von dem vorhergehenden abhängig betrachtet werden kann. Anders ist dieses bei den Naturwissenschaften. Zwar ist es nicht unmöglich, daß dereinst die die Welt zusammensetzenden Stoffe oder Elemente sich auf einige wenige von einander specifisch verschiedene reduciren, daß es nur ein paar Kräfte gibt, deren Wirkung

auf die materielle Substanz dieſe veranlaßt, ſich zu bewegen und ſo eine Erſcheinung, einen Vorgang zu Stande zu bringen, und wir hätten auch ſo das Ganze auf nur wenige Axiome zurückgeführt; aber Alles in der Natur wirkt nach den ihm gegebenen Geſetzen gleichzeitig durcheinander und die verſchiedenen Naturerſcheinungen bieten nicht das Bild einer Kette, ſondern eines Netzes, in dem jede Maſche nicht allein mit der vorausgehenden und der nachfolgenden, ſondern auch mit den ſeitlich ſtehenden verbunden und von ihnen abhängig iſt. Dadurch wird jede Naturerſcheinung mit allen übrigen in Zuſammenhang gebracht, und weil alle Verſchiedenheiten der Materie ſowohl als auch der Kräfte zuſammenwirken, erſcheint das ganze All, das wir mit Welt bezeichnen, als ein vielgliedriger wunderbarer Bau, der trotz der äußerſten Verſchiedenheit ſeiner einzelnen Vorgänge ſeine Einheit und Größe bewahrt.

Die Darſtellung dieſes Alls iſt es, was Humboldt in ſeinem Kosmos beabſichtigte; wir finden daher, daß er am Ende ſeines Lebens das von ihm bearbeitete Fach weiter ausdehnte, da er früher ſich zunächſt auf die Erde beſchränkt hatte, denn im Kosmos iſt auch die Welt der Sterne eingeſchloſſen, und wir haben alſo in ihm eine phyſiſche Weltbeſchreibung, im Unterſchiede von der Erdbeſchreibung, die in den übrigen Werken Humboldt's den erſten Platz einnimmt.

Etwas Aehnliches wie von den naturwiſſenſchaftlichen Arbeiten Humboldt's läßt ſich auch von den hiſtoriſchen ſagen, die ſich bis zu einem gewiſſen Grade als ein zweites Fach betrachten laſſen. Die Aufgabe, die er ſich auf dieſem Felde geſetzt hat, iſt nicht die politiſche Geſchichte, ſondern die Geſchichte der Geographie; aber gerade dieſer Zweig iſt es wieder, der zu denen gehört, welche am meiſten Vorkenntniſſe erfordern. Geſchichtliche Werke in der Art und Weiſe bearbeitet, wie wir ſie von Humboldt durchgeführt ſehen, erfordern einen Mann, der zu gleicher Zeit Philologe, Phyſiker, Aſtronom und Geograph iſt, denn ein anderer wüßte jedenfalls die Quellen nicht zu verſtehen, oder da, wo naturwiſſenſchaftliche Gegenſtände, wie Magnetismus, Ortsbeſtimmung u. dgl. zu beſprechen ſind, nicht zu behandeln. Nur dann, um hier einen Fall anzuführen, wenn man zu gleicher Zeit Hiſtoriker und Botaniker iſt, wird es möglich, das Roherz, das in alten Quellen vorkommt, in Münze zu verwandeln, und die faſt zufälligen Bemerkungen alter Schriftſteller über da und dort beobachtete Gewächſe von der pflanzengeographiſchen Seite aus zu verwenden.

Ich habe ſoeben angeführt, daß Humboldt in ſeinem letzten Werke, dem Kosmos, das ganze All in ſeinem Zuſammenhange, ſoweit er bisher

aufgefunden wurde, zuſammengefaßt hat. Im zweiten Bande dieſes Werkes gab er die allmälige Entwicklung der Lehre von der Betrachtung der Natur als einem einigen Ganzen, alſo die Geſchichte ſeines Gegenſtandes, und da in derſelben die Geſchichte der Geographie wieder eine Hauptrolle ſpielt, finden wir im Kosmos nicht nur die Reſultate ſeiner naturwiſſenſchaftlichen, ſondern auch ſeiner hiſtoriſchen Forſchungen vereinigt, und beide bilden zuſammen wieder ein einiges Ganzes. Der Kosmos iſt daher für beide Fächer Humboldt's (wenn man die Theilung gelten laſſen will) als Abſchluß zu betrachten.

Es bliebe nun übrig, nachzuweiſen, wie weit die Wiſſenſchaft eines jeden der im Vorſtehenden beſprochenen Gegenſtände bis jetzt gediehen ſei, doch glaube ich, da die jeweiligen Lücken dem aufmerkſamen Leſer ſelbſt auffallen müſſen, mich eines Weiteren enthalten zu dürfen. Nehmen wir die 3 Stufen der Wiſſenſchaft: einfache Conſtatirung der Thatſachen, Auffindung der Normen, nach denen dieſelben ſich regeln, und Feſtſtellung der Urſachen, die den Normen zu Grunde liegen, als Ausgangspunkte an, ſo zeigt ſich, wenn wir 2 Gegenſtände, etwa die Geographie und die Verbreitung der Wärme herausheben, folgender Unterſchied. Am weiteſten zurück iſt zur Zeit noch die Geographie, denn ſie geht kaum über die erſte Stufe hinaus. Wir ſind genöthigt, die Umriſſe des feſten Theiles der Erdoberfläche, ſowie ſeine Niveauverhältniſſe als etwas Gegebenes anzunehmen. Ueber die Geſetzmäßigkeit der Vertheilung von Waſſer und Land, von Höhe und Tiefe, und über die Urſache, warum gerade da eine Niederung iſt und nicht anderswo, davon wiſſen wir ſoviel wie nichts. Betrachten wir dagegen die Wärme, ſo zeigt ſich eine weitaus beſſere Entwickelung des Gegenſtandes. Die Conſtatirung der Wärmeverhältniſſe einzelner Punkte führte Humboldt auf die Iſothermen und auf das Geſetz, nach dem die Wärme gegen die Höhe zu abnimmt, alſo auf die Normen der Wärmevertheilung, und wie ſich aus ſeiner Asie centrale ergibt, haben wir ihm auch eine Abhandlung über die Urſachen zu verdanken, welche bei der Vertheilung der Iſothermen thätig ſind. Die Lehre von der Vertheilung der Wärme iſt jedoch noch nicht zur völligen Reife gediehen, und die Hauptſchuld hieran trägt die geringe Entwicklung der Lehre von den Normen, nach denen das Relief der Erde ſich regelt, das Zurückbleiben der geographiſchen Kenntniſſe. Im Zuſtande voller Entwicklung ſollte die Lehre von der Wärmeverbreitung es möglich machen, ohne vorausgegangene Beobachtung, die irgend wo zu einer Zeit vorhandene Wärme anzugeben, wie die Aſtronomie auch die jeweilige Stellung eines beliebigen Sternes angibt; aber daß dieſes Ideal nicht erreicht wird, daran trägt zu-

nächst der Umstand Schuld, daß man auch das Gesetz, nach dem das Relief der Erde gebildet ist, nicht kennt.

Der Gedanke, daß alle Naturerscheinungen unter einander im Zusammenhange stehen, ist nicht neu, denn wir finden ihn schon bei den Systemen der altgriechischen Philosophen; aber während diese glaubten, nach Zugrundelegung einiger einfachen Sätze alles Uebrige durch Vernunftschlüsse daraus ableiten zu können, sehen wir bei Humboldt den entgegengesetzten Weg: er versuchte stets Hand in Hand mit der Erfahrung erst die Normen zu ermitteln, nach denen die Naturerscheinungen eintreten, um damit möglich zu machen, die wirkenden Ursachen abzuleiten. Wohl mag der erstere Weg der bequemere, der einfachere sein, der letztere ist dafür sicherer. Wer bürgt dafür, daß die angenommenen Ursachen auch die richtigen sind, und wie sieht es mit den Schlüssen aus, wenn man von falschen Prämissen ausgeht? Selbst angenommen, man habe durch einen glücklichen Wurf den innern Zusammenhang der Dinge wirklich errathen, muß nicht der erste Fehler, und wie leicht ist ein solcher gemacht, alles Nachfolgende unrichtig machen? Muß man sich nicht alsbald verirren, sowie man im Labyrinthe der Erscheinungen den Ariadnefaden der Erfahrung verliert? Der Erfolg gestattet uns die Antwort auf diese Fragen. Bisher sind noch alle naturphilosophischen Systeme ohne eine Frucht getragen zu haben zersplittert, während das, was man von den Problemen der Naturerscheinungen enträthselt hat, einzig und allein der Beobachtung zu verdanken ist.

Ich habe im Vorstehenden oft Gelegenheit gehabt, darauf hinzuweisen, wie durch übertriebene Anwendung an und für sich vorzüglicher Leistungen so manche irrthümliche Ansicht sich in die Wissenschaft eingeschlichen hat, und daß, nachdem der Irrthum erkannt wurde, sich leicht eine Neigung zu erkennen gab, von den aus diesen Leistungen abgeleiteten Schlüssen nicht nur die irrthümlichen wegzustreichen, sondern noch einige berechtigte dazu. Etwas Aehnliches scheint mir auch bei der Philosophie stattzufinden. Durch die Werke des unsterblichen Kant veranlaßt, hatten die Deutschen am Ende des vergangenen und am Anfange dieses Jahrhunderts eine Vorliebe für die idealistische Philosophie gefaßt, deren übertriebene Anwendung auf die Naturwissenschaften zum großen Theile die Schuld trägt, daß bei den bedeutenden Entdeckungen der damaligen Zeit die Deutschen nicht in der Weise vertreten sind, die man sonst zu gewahren gewohnt ist. Dafür ist in der gegenwärtigen Zeit bei den manchfachen Widersprüchen zwischen den Ergebnissen der Philosophie und den Ansichten der empirischen Naturforscher, die Philosophie wohl etwas mehr in Mißcredit gekommen, als ihr gebührt.

Humboldt's Ansicht von der Naturphilosophie gibt wohl folgende Stelle[1] am besten an: „Der Inbegriff von Erfahrungskenntnissen und eine in allen ihren Theilen ausgebildete Philosophie der Natur (falls eine solche Ausbildung je zu erreichen ist) können nicht in Widerspruch treten, wenn die Philosophie der Natur, ihrem Versprechen gemäß, das vernunftmäßige Begreifen der wirklichen Erscheinungen im Weltall ist. Wo der Widerspruch sich zeigt, liegt die Schuld entweder in der Hohlheit der Speculation, oder in der Anmaßung der Empirie, die mehr durch die Erfahrung erwiesen glaubt, als durch diese begründet wird."

Neben der Vorliebe für die Philosophie hatten wir damals in Deutschland die Blüthezeit unsrer großen Dichter Schiller und Göthe, und der namentlich durch Ersteren angeregte schwärmerische, stets in höheren Regionen sich aufhaltende Idealismus paßte wenig zu der ruhigen und kalten Ueberlegung, welche die empirische Naturforschung erheischt. Humboldt war von Anfang an ein Anhänger dieser letzteren und wenigstens in seinen Schriften hat stets der Verstand den Vorrang vor dem Gefühle.

Die ersten Urtheile, welche Humboldt und Schiller gegenseitig über einander fällten, waren daher nicht günstig. Während Humboldt's Bruder Wilhelm Schiller's und Göthe's poetische Erzeugnisse bewunderte, tadelte Alexander den Ersteren als einen, der entlehnte Gedanken in unleidlichen Bombast kleide und studirte von Letzterem nur die Schriften, welche die Mit- und Nachwelt übersah, nämlich dessen naturwissenschaftliche Arbeiten.[2] Ueber das Urtheil Schiller's über Humboldt finden wir in v. Martius Denkrede auf den letzteren folgende dem 4. Bande des Schiller-Körner'schen Briefwechsels entnommene Sätze. „Körner schreibt an Schiller aus Dresden am 21. Juli 1797: Alexander v. Humboldt ist mir ehrwürdig durch den Eifer und Geist, mit dem er sein Fach betreibt. Für den Umgang ist Wilhelm genießbarer, weil er mehr Ruhe und Gutmüthigkeit hat. Alexander hat etwas Hastiges und Bitteres, das man bei Menschen von großer Thätigkeit häufig findet. Hierauf gibt Schiller aus Jena unter dem 6. August 1797 folgende auffallende Antwort: Ueber Alexander habe ich noch kein rechtes Urtheil; ich fürchte aber, trotz aller seiner Talente und seiner rastlosen Thätigkeit wird er in seiner Wissenschaft nie etwas Großes leisten. Ich kann ihm keinen Funken

1) Kosmos I. 69.

2) Memoiren Alexander v. Humboldt's. 1. Lief. S. 9. Leipzig, 1860, bei Schäfer.

eines reinen objectiven Intereſſe abmerken — und wie ſonderbar es auch klingen mag, ſo finde ich in ihm, bei allem ungeheuren Reichthum des Stoffs eine Dürftigkeit des Sinnes, die bei dem Gegenſtande, den er behandelt, das ſchlimmſte Uebel iſt. Es iſt der nackte, ſchneidende Verſtand, der die Natur, die immer unfaßlich und in allen ihren Punkten ehrwürdig und unergründlich iſt, ſchamlos ausgemeſſen haben will, und mit einer Frechheit, die ich nicht begreife, ſeine Formeln, die oft nur leere Worte und immer nur enge Begriffe ſind, zu ihrem Maaßſtabe macht. Kurz, mir ſcheint er für ſeinen Gegenſtand ein viel zu grobes Organ und dabei ein viel zu beſchränkter Verſtandesmenſch zu ſein; er hat keine Einbildungskraft, und ſo fehlt ihm nach meinem Urtheil das nothwendigſte Vermögen zu ſeiner Wiſſenſchaft — denn die Natur muß angeſchaut und empfunden werden in ihren einzelnſten Erſcheinungen, wie in ihren höchſten Geſetzen. Alexander imponirt ſehr Vielen, und gewinnt in Vergleichung mit ſeinem Bruder meiſtens, weil er ſich geltend machen kann. Aber ich kann ſie dem abſoluten Werthe nach gar nicht mit einander vergleichen: ſo viel achtungswürdiger iſt mir Wilhelm."

„Darauf entgegnete Körner: Dein Urtheil über Alexander v. Humboldt ſcheint mir doch faſt zu ſtreng. Sein Buch über die Nerven habe ich zwar nicht geleſen, und kenne ihn faſt nur aus dem Geſpräch — aber geſetzt, daß es ihm auch an Einbildungskraft fehlt, um die Natur zu empfinden, ſo kann er doch, dünkt mich, für die Wiſſenſchaft Vieles leiſten. Sein Beſtreben, Alles zu meſſen und zu anatomiren, gehört zur ſcharfen Beobachtung und ohne dieſe gibt es keine brauchbaren Materialien für den Naturforſcher. Als Mathematiker iſt es ihm auch nicht zu verdenken, daß er Maaß und Zahl auf Alles anwendet, was in ſeinem Wirkungskreiſe liegt. Indeſſen ſucht er doch die zerſtreuten Materialien zu einem Ganzen zu ordnen, achtet die Hypotheſen, die ſeinen Blick erweitern, und wird dadurch zu neuen Fragen an die Natur veranlaßt. Daß die Empfänglichkeit ſeiner Thätigkeit nicht das Gleichgewicht hält, will ich wohl glauben. Menſchen dieſer Art ſind immer in ihrem Wirkungskreiſe zu beſchäftigt, als daß ſie von dem, was außerhalb vorgeht, große Notiz nehmen ſollten. Dies gibt ihnen das Anſehen von Härte und Herzloſigkeit."

„Es wäre müßig," ſagt v. Martius[1] über dieſe Briefe, „in Körner's Sinne den großen Gelehrten gegen den großen Dichter zu vertheidigen. Außerordentliche Thaten haben das Schiefe, Unrichtige und Ungerechte

1) A. a. O. S. 5.

in dieſem Urtheile (das Humboldt ſelbſt [Briefwechſel mit Varnhagen S. 289] wie eine augenblickliche Aufwallung überſah) bereits gerichtet."

„Dagegen iſt es nicht ohne Intereſſe nachzuſpüren, wie es wohl kam, daß Humboldt einen ſo ungünſtigen Eindruck auf Schiller machte. Es begegnet uns hier eine tiefe Ungleichartigkeit der geiſtigen Naturen, Realität und Idealität im ſchneidenden Gegenſatze. Aber gerade in dieſer ſcharfen Ausprägung Beider gründet Beider außerordentliche Wirkung auf Mit- und Nachwelt. In Humboldt culminirte ſchon damals, bevor er noch das Weltganze zu überblicken Gelegenheit gehabt hatte, das mathematiſche Element. Er rang nach Geſetzen, die er in Maaß und Zahl anſchaute. In Schiller, dem philoſophiſchen Dichter, thronte die Idee, er rang nach der Urſache. Humboldt ſchätzte im Wiſſen von jeder Einzelheit einen Fortſchritt, er beherrſchte ſchon damals Vieles und das Manchfaltigſte mit einer wunderbaren Gedächtnißkraft. Er ſtrömte dieſen Reichthum in blendendſter Energie aus. Er verlangte nur nach dem, was zu wiſſen möglich. Er hatte bereits einem wichtigen Adminiſtrationszweig (dem Berg- und Hüttenweſen der fränkiſchen Fürſtenthümer Ansbach und Baireuth) als oberſter Leiter vorgeſtanden. Vielartige praktiſche Kenntniſſe, Amt und äußere Lebensſtellung gewährten ihm geſellige Sicherheit, Beſtimmtheit des Ausdrucks, Schärfe des Urtheils, wie ſie dem ſpeculativen Dichter voll Feuer und Empfindung noch nie entgegengetreten waren. Schiller war ohne mathematiſche Bildung; er verehrte im All ein unnahbares Räthſel, er faßte alle Strahlen des Wiſſens, die er von der Natur empfing, in der Idee des Organismus, zumal in der des Geiſtes, der dieſen belebt und individualiſirt. So darf es uns nicht wundern, daß ihn Alexander v. Humboldt's vielſeitiges mit mathematiſcher Beſtimmtheit ausgeprägtes, mit Superiorität ausgeſprochenes Wiſſen beengte, ja verletzte."

„Aber als ſehr bedeutſam für die Geſchichte von Humboldt's Bildungsgang mögen wir es hinnehmen, wenn der tief und fein fühlende dichteriſche Denker ihm „bei allem ungeheuren Reichthum des Stoffes Dürftigkeit des Sinnes" zuſchreibt. Wir können nicht wohl annehmen, daß Schiller hierunter etwas Anderes gemeint habe, als den Mangel an überſinnlicher Vertiefung in das Object, an philoſophiſcher Bewältigung der Thatſachen, deren er aus exacter Forſchung bereits einen reichen Schatz geſammelt hatte."

„Es iſt aber der Naturforſcher zuvörderſt auf die ſinnliche Vertiefung in das concrete Object angewieſen, dann mit vielartiger Einſicht bereichert, als Naturgelehrter, auf die Verarbeitung, und die harmoniſche Verket-

tung der Thatsachen, ohne sich an einen speculativen Abschluß unserer Erkenntniß zu wagen: in sofern mochte Schiller's Urtheil zumal damals eine gewisse Berechtigung haben. Es war dies nämlich die Zeit, in welcher man begann den Abschluß unserer Kenntnisse von natürlichen Dingen aus der Speculation zu erwarten. Von diesem Zwecke aber hat sich Humboldt's geistiger Lebensgang immer entschiedener abgewendet, obwohl er ihm schon unter dem früheren Eindrucke der „Naturphilosophie" eine Realität zuerkannte. An der äußerlichen Sinnesbethätigung Humboldt's, concreten Objecten gegenüber, konnte Schiller wohl schon damals nicht zweifeln, Humboldt hatte sich bereits auf dem Felde der passiven, wie der activen (experimentellen) Beobachtung bewährt. Allerdings aber erprobte sich der Naturforscher Humboldt erst später in einer Schule einzig in ihrer Art."

Die Richtung, welche Schiller an Humboldt so wenig gefallen, hat Letzterer sein ganzes Leben hindurch beibehalten, und gerade sie war es, die seine großen Erfolge bewirkte; ängstlich vermied er es, der Phantasie die Zügel schießen zu lassen, und sich dadurch von dem Boden der kalten Wirklichkeit zu entfernen, und bewahrte sich auf diese Weise vor einer Menge von Irrthümern.

Humboldt hat zwar keine rein mathematischen Untersuchungen veröffentlicht; doch läßt sich aus der Anlage seiner Arbeiten, aus der Leichtigkeit, mit der er gelegentlich mathematische Formeln handhabte, sowie aus seinem Bestreben, einzelne Sätze durch den mathematischen ähnliche Formeln auszudrücken, leicht schließen, daß in seiner Denkungsweise nach dem oben citirten Ausdrucke des Herrn v. Martius das mathematische Element culminirte. Die Aufgabe des Mathematikers in den Naturwissenschaften ist es, die Normen aufzusuchen, nach denen eine größere oder geringere Klasse von Naturerscheinungen vor sich geht, und hat er ein solches Gesetz entdeckt, so bleibt ihm übrig, durch Annahme einer den Impuls gebenden und in einer ganz bestimmten Weise wirkenden Kraft die beobachteten Erscheinungen mit dieser Kraft in den Zusammenhang von Wirkung und Ursache zu bringen. Je weniger von einander verschiedene Kräfte nothwendig sind, um die größtmögliche Anzahl von Erscheinungen daraus abzuleiten, um so mehr wird der Mathematiker sich befriedigt fühlen und sein Ideal wird erreicht sein, wenn ein ganzes Gebiet in der Natur, oder am Ende die sämmtlichen Naturerscheinungen sich als ein Mechanismus darstellen lassen, dessen Räder nur durch eine oder ein paar in ganz bestimmter Weise wirkender Kräfte getrieben werden. Zu diesem Ziele ist Laplace in seiner Mécanique céleste für

die Aſtronomie gelangt, und nach dem gleichen ſtrebt der Phyſiker auf ſeinem Gebiete.

Soll eine Kraft der Mathematik zugänglich ſein, ſo muß ſie ganz mechaniſch nach irgend einem Geſetze wirken; gänzlich unfaßbar für mathematiſche Formeln iſt die Lebenskraft, die wie mit einer Art von Bewußtſein nach einem beſtimmten Ziele ringend von vielen Naturforſchern als in den Geſchöpfen der organiſchen Welt thätig angenommen wird, und von der oben bereits geſprochen wurde. Die Annahme der Lebenskraft in der gegenwärtigen Faſſung widerſpricht dem mathematiſchen Sinne ſo, daß ihre Gegner vorzugsweiſe in den Reihen der Mathematiker zu finden ſind. Humboldt ſagt:[1] „Um die Erſcheinungen dem Calcul zu unterwerfen, wird die Materie aus Atomen (Moleculen) conſtruirt, deren Zahl, Form, Lage und Polarität die Erſcheinungen bedingen ſoll. Die Mythen von imponderablen Stoffen[2] und von eigenen Lebenskräften in jeglichem Organismus verwickeln und trüben die Anſicht der Natur. Unter ſo verſchiedenartigen Bedingniſſen und Formen des Erkennens bewegt ſich träge die ſchwere Laſt unſeres angehäuften und jetzt ſo ſchnell anwachſenden empiriſchen Wiſſens."

Der Umſtand, daß aus den Eigenſchaften und Zuſtänden der Materie (der eben erwähnten Zahl, Geſtalt und Anordnung der Atome) die Erſcheinungen abgeleitet werden, hat der ganzen Schule den Namen „Materialismus" gegeben und dieſer hat, was wohl kaum geläugnet werden kann, die mathematiſche Behandlung der Naturwiſſenſchaften auf's Weſentlichſte gefördert. Setzen wir den Fall, derſelbe Materialismus, der in der Aſtronomie ſo glücklich angewandt wurde, daß er dort alleinherrſchend iſt, derſelbe ſei auch in den übrigen Zweigen, namentlich auf dem Gebiete der organiſchen Welt durchführbar und eines Tages durchgeführt, ſo würde die ganze Schöpfung dadurch zu einer Maſchine, die von ſelbſt fortginge, und das Eingreifen eines höheren Weſens, dieſer Lebenskraft des Weltalls, würde dadurch überflüſſig, ja ſogar ſchädlich, und es wird daher mit vollem Rechte geſagt, daß der Materialismus in ſeinen äußerſten Conſequenzen direct zum Atheismus führe. Man pflegt als Kriterium, ob Jemand Materialiſt ſei, oder nicht, das anzunehmen, ob er auf die Frage: Gibt es eine Lebenskraft? mit Nein antwortet oder mit Ja. In dieſem Sinne genommen war alſo Humboldt Materialiſt. Dieſes, ſowie auch der Umſtand, daß er vorzugsweiſe den ruhigen Verſtand walten zu laſſen liebte, hat ihn häufig den Vorwürfen

1) Kosmos I. 67.

2) Lichtſtoff, Wärmeſtoff u. ſ. w. S. oben S. 67.

ausgesetzt, daß seine Religiosität nicht zum besten bestellt sei und wie wir aus seinem Briefwechsel mit Varnhagen sehen können, hat es auch nicht an Versuchen gefehlt, ihn eines Bessern zu belehren.

Es möge hier genügen anzuführen, daß Humboldt in seinen wissenschaftlichen Arbeiten sich nicht über den Gegenstand ausgesprochen hat, und daß er unterließ in seine wissenschaftlichen Arbeiten fromme Betrachtungen einzuschließen, genügt noch nicht anzugeben, was er über Religion gedacht habe. Man begegnet häufig einem Vorwurfe, der Humboldt darum gemacht wird, daß im ganzen Kosmos das Wort „Gott" nicht vorkomme. Das Werk Humboldt's ist zum größten Theile naturwissenschaftlichen Inhalts und vergleicht man die übrigen Schriften desselben Faches, die nicht ausdrücklich für den Schulunterricht bestimmt sind, so wird man finden, daß das Wort „Gott" in denselben ebenso selten ist, als in juridischen und medicinischen Schriften. Man kann also den gedachten Vorwurf dem Kosmos nicht mit größerem Rechte machen, als andern naturwissenschaftlichen Werken. In dem zweiten Bande, dem historischen Theile, kommen die Worte Gott, der Herr, der Schöpfer, nicht nur einmal, sondern wiederholt vor (S. 26. 30. 46. 47. 48.), wenn Humboldt in Citaten den Einfluß religiösen Sinnes auf den Eindruck beschreibt, den die Natur auf den Beschauer macht, und die Art der Citate sowohl als die ganze Haltung der Besprechung lassen sicherlich keine ungünstigen Urtheile über Humboldt's Religiosität zu. So finden wir (S. 26): „Die christliche Richtung des Gemüthes war die, aus der Weltordnung und aus der Schönheit der Natur die Größe und Güte des Schöpfers zu beweisen. Eine solche Richtung, die Verherrlichung der Gottheit aus ihren Werken, veranlaßte den Hang nach Naturbeschreibungen. Die frühesten und ausführlichsten finden wir bei einem Zeitgenossen des Tertullianus und Philostratus, bei einem rhetorischen Sachwalter zu Rom, Minucius Felix, aus dem Anfang des dritten Jahrhunderts. Man folgt ihm gerne im Dämmerlichte an den Strand bei Ostia, den er freilich malerischer und der Gesundheit zuträglicher schildert, als wir ihn jetzt finden. In dem religiösen Gespräch Octavius wird der neue Glaube gegen die Einwürfe eines heidnischen Freundes muthvoll vertheidigt."

Es wird stets die Aufgabe des Mathematikers sein, daß er mit Zugrundelegung von möglichst wenig Kräften auszukommen sucht; wenn er aber darum sich mit dem Satze nicht befreunden kann, daß in jedem organischen Körper eine besondere und noch dazu so verschieden wirkende Kraft thätig sei, so braucht er darum jene letzten Consequenzen nicht zu ziehen. Bei

dem jetzigen Stande der Wissenschaft als sicher vorauszusetzen, alles in der Natur sei nichts als das Räderwerk einer Maschine, gehört zu den Anmaßungen der Empirie, gegen die Humboldt in dem oben (S. 432) angeführten Satze sich aussprach.

Es ist bemerkt worden[1], daß Humboldt in keiner der von ihm bearbeiteten Doctrinen sich durch eine große, weit hinaus wirkende Entdeckung verewigt hat.

Die Bereicherungen der Naturwissenschaften, die man mit dem Namen Entdeckungen bezeichnet, lassen sich, den (S. 426) angegebenen Aufgaben der Naturwissenschaften gemäß, in drei verschiedene Klassen eintheilen: man kann eine vorher unbekannte Thatsache beobachten, man kann eine neue Norm auffinden, die einer Reihe von Thatsachen zu Grunde liegt, oder man kann auch eine in bestimmter Weise wirkende Kraft entdecken, die an der schon bekannten Norm Schuld ist. Die Wichtigkeit der gemachten Entdeckung ist abhängig von der größeren oder geringeren Menge von Folgerungen, die sich daran knüpfen. Eine wichtige Entdeckung der ersteren Art war die oben erwähnte Beobachtung, die Galvani an seinen Fröschen machte, denn ihr folgte eine so bedeutende Vermehrung der positiven Wissenschaften, daß die Lehre der Elektricität sich seitdem ganz umgewandelt hat. Copernicus entdeckte (von Neuem), daß die Erde um die Sonne und nicht letztere um die Erde gehe, während Keppler die Curve, in welcher, und die Geschwindigkeit, mit welcher die Planetenbewegung vor sich geht, auffand. Beide Männer haben ihre Namen verewigt durch die Entdeckung von Normen. Newton erkannte in der Schwerewirkung den Einfluß, den die materiellen Theile der Schöpfung auf einander ausüben und gab mit ihr die Ursache an, warum die Gestirne sich so, wie es beobachtet wird, bewegen; er fand also den Grund zu dem von Copernicus und Keppler erkannten Gesetze.

Betrachten wir Humboldt's Wirken von diesem Standpunkte aus, so zeigt sich alsbald, daß sich keine Entdeckung von solcher Tragweite an seinen Namen knüpft. Wir verdanken ihm zwar der Entdeckungen eine große Zahl. Schon in seinen Jünglingsjahren fand er die Einwirkung des Chlorwassers auf keimende Samen, fand den magnetischen Berg im Fichtelgebirge. Im zweiten Abschnitte seines Lebens begegnen wir der Entdeckung der Verschiedenheit der Intensität des Erdmagnetismus, der Strömung kalten Wassers im stillen Ocean. Im dritten Abschnitte gesellten sich hiezu die Auffindung und Feststellung der magnetischen Strömungen u. s. w., doch sind alle

1) Deutsche Vierteljahrsschrift 1860. I. 306.

dieſe Entdeckungen nicht von der Tragweite der vorgenannten. Nennt man dagegen eine bedeutende Entdeckung diejenige Arbeit, an welche ſich eine große Anzahl anderer heftet, bei der nach dem Vorgange eines einzelnen Mannes anderen Gelegenheit geboten wird, der Wiſſenſchaft erſprießliche Dienſte zu leiſten, ſo haben wir Humboldt ſehr wichtige zu verdanken. Iſt nicht die ganze Pflanzengeographie eine Entdeckung Humboldt's? Welche Bedeutung haben die Iſothermen, die wir ihm verdanken, in der Wiſſenſchaft? Humboldt war namentlich ein Meiſter, wenn es ſich darum handelte, den Blick von der einzelnen Erſcheinung auf das Allgemeine auszudehnen; er lehrte zuerſt die Natur an der Hand der Erfahrung vom höheren Standpunkte zu betrachten, was die Naturphiloſophie ohne jene ſo oft vergebens verſucht hat, und er hat dieſer Art der Auffaſſung Bahn gebrochen. Beſonders glücklich war er in der graphiſchen Darſtellung verwickelter Verhältniſſe. Die Iſothermen, die Zeichnung der der Höhe nach über einander gelagerten Pflanzenregionen, die Verticaldurchſchnitte einzelner Länder ſind ſeine Entdeckung.

„Immer und überall," ſagt v. Martius in ſeiner Denkrede auf Humboldt, „ſtrebte er, ſich zu umfaſſenden, das Manchfache einheitlich geſtaltenden Begriffen zu erheben. Weil er aber einen ungewöhnlichen Reichthum der manchfaltigſten Kenntniſſe beſaß, und ihn in einem ſtupenten allzeit ſchlagfertigen Gedächtniſſe zur Verfügung hatte, ſo ſuchte ſeine Beobachtung neue oder ſelten berückſichtigte Seiten an dem Objecte, und auf dieſer Vielſeitigkeit, die ſich auch dem Verborgenſten zuwendet, beruht eines ſeiner größten und eigenthümlichſten Verdienſte. Und wie er mit ſeiner gleichſam vielfacettirten Empfänglichkeit aus der Natur das Verſchiedenartigſte aufnahm, ſo auch aus der Literatur. Im Beſitze der altklaſſiſchen und der modernen Wiſſenſchaftsſprachen, ſelbſt dem Perſiſchen und dem Sanskrite nicht fremd, von einer reichen Beleſenheit, förderte er das Verlorene, das Vergeſſene aus den abſtruſeſten Schachten. Raſtloſe Rührigkeit im Suchen, und ſinniges Behagen im Finden ſtempelten den gedächtniß- und urtheilskräftigen Geiſt zu einem Polyhiſtor, dergleichen vielleicht vor ihm noch nie unter den Sterblichen erſchienen war.

Druck von J. B. Hirſchfeld in Leipzig.

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06358 9843

Digitized by Google

Digitized by Google